



Ministère
de l'Équipement,
des Transports
et du Logement



ASSISES DE CHAUSSEES

GUIDE D'APPLICATION DES NORMES POUR LE RESEAU ROUTIER NATIONAL



LCPC



Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes

Laboratoire Central des Ponts et Chaussées

Page laissée blanche intentionnellement

Actualisation des normes

- Page 17 \ Tableau 3

Numérotation des normes relatives aux graves hydrauliques à actualiser comme suit (du fait de la parution récente de la norme NF P 98-116 (Février 2000)) :

- . NF P 98-116 (Juillet 1991) → NF P 98-116 (Février 2000)
- . NF P 98-122 → NF P 98-116
- . NF P 98-120 → NF P 98-116
- . NF P 98-117 → NF P 98-116
- . NF P 98-118 → NF P 98-116
- . NF P 98-123 → NF P 98-116
- . NF P 98-119 → NF P 98-116

- Page 53 \ Tableau 10

Intitulé des normes à mettre à jour (comme au Tableau 3 de la page 17)...

- Page 82

- . Corriger la date de parution de la norme NF P 98-116
(Juillet 1991 → Février 2000)
- . Normes NF P 98-117 à 120 , 122 et 123 obsolètes (suite à la parution récente de la norme NF P 98-116 (Février 2000))

La page 82 se présente aujourd'hui comme suit :

- . NF P 98-113 ...
- . (...)
- . NF P 98-116 (Février 2000)
- . NF P 98-117 (Abrogée par NF P 98-116 (Février 2000))
- . NF P 98-118 (Abrogée par NF P 98-116 (Février 2000))
- . NF P 98-119 (Abrogée par NF P 98-116 (Février 2000))
- . NF P 98-120 (Abrogée par NF P 98-116 (Février 2000))
- . NF P 98-122 (Abrogée par NF P 98-116 (Février 2000))
- . NF P 98-123 (Abrogée par NF P 98-116 (Février 2000))

Erratum

- Page 13 \ Tableau 1

Inverser les classes T_1 et T_2 ...

- Page 23 \ Tableau 4

Adopter la configuration D - III en classe de trafic T_4 (et conserver la configuration E - IV en classe de trafic T_5) pour la couche de base.

Bagneux, le 27 mars 2000

Page laissée blanche intentionnellement

ASSISES DE CHAUSSEES

EN GRAVES NON TRAITÉES ET MATÉRIAUX TRAITÉS
AUX LIANTS HYDRAULIQUES ET POZZOLANIQUES

GUIDE D'APPLICATION DES NORMES
POUR LE RESEAU ROUTIER NATIONAL

DECEMBRE 1998

Document édité par :



Le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes
46, avenue Aristide Briand - BP 100 - F-92225 BAGNEUX CEDEX
Téléphone : 01 46 11 31 31 - Télécopie : 01 46 11 31 69
internet <http://www.setra.equipement.gouv.fr>



Le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées
58, boulevard Lefebvre - F-75732 PARIS CEDEX 15
Téléphone : 01 40 40 52 26 - Télécopie : 01 40 43 54 95
internet <http://www.lcpc.fr>

Ce guide a été rédigé par un groupe de travail constitué par des représentants du Réseau Technique du Ministère de l'Équipement, et sa validation technique assurée par Messieurs Jean-François CORTE (LCPC) et Yves GUIDOUX (SETRA).

Le groupe de travail était constitué de :

ANDRIEUX Pierre	(LRPC Lille)	
BENABEN Jean-Pierre	(LRPC Toulouse)	
COLOMBIER Georges	(LRPC Autun)	(Animateur du groupe de travail)
DAC CHI Nguyen	(LCPC Paris)	
KOBISCH Rolf	(LRPC Saint-Brieuc)	
LEFORT Maurice	(LROP)	
LEROUX Stéphane	(SETRA)	(Secrétaire du groupe de travail)
MOREL Guy	(CER)	
PAUTE Jean-Louis	(LRPC Saint-Brieuc)	
RENAULT Daniel	(CETE Méditerranée / DCPH d'Aix-en-Provence)	
SEIGNEUR Dominique	(LRPC Nancy)	
VAUTRIN Jean-Claude	(SETRA)	

Ce document est propriété de l'Administration et ne peut-être reproduit, même partiellement, sans l'autorisation du SETRA ou du LCPC.

© 1998 - SETRA-LCPC - Dépôt légal Décembre 1998

ISBN : 2-7208-7080-3

ISSN : 1151-1516

Crédit photo : magazine «Routes Actualités»
Conception graphique et impression : IMPACT GRAPHIC (01 45 09 16 50)

Paris, le 12 novembre 1998



Ministère
de l'Équipement,
des Transports
et du Logement

Direction
des Routes

Le ministre de l'équipement
des transports et du logement

à

Mesdames et Messieurs
les préfets de départements
Directions départementales de l'équipement

**Objet : lettre-circulaire du 12 novembre 1998 concernant le guide
d'application des normes pour le réseau routier national "Assises de
chaussées en graves non traitées et matériaux traités aux liants
hydrauliques et pouzzolaniques"(non publiée au bulletin officiel)**

La formulation et la mise en œuvre des matériaux non traités ou traités aux liants hydrauliques ou pouzzolaniques en assise de chaussées ont fait l'objet de divers documents techniques :

- ♦ Réalisation des chaussées en graves non traitées - recommandation (LCPC-SETRA, 1974) ;
- ♦ Réalisation des assises de chaussées en graves non traitées - recommandation (LCPC-SETRA, 1980) ;
- ♦ Réalisation des chaussées en béton compacté - recommandation (LCPC-SETRA, 1986) ;
- ♦ Réalisation des assises de chaussées en graves traitées aux liants hydrauliques - directive (LCPC-SETRA, 1983) ;
- ♦ Réalisation des assises de chaussées en sables traités aux liants hydrauliques - directive (LCPC-SETRA, 1985) ;
- ♦ Fascicule n° 25 du CCTG "exécution des corps de chaussées".

Depuis 1990, des normes élaborées par l'AFNOR (Association française de normalisation) s'y sont substituées en partie. Elles définissent les constituants, leur performances et la classification qui peut en être faite. Il revient au maître d'ouvrage de retenir les conditions d'emploi pour chacune des classes définies dans les normes.

C'est pourquoi j'ai demandé au réseau technique (SETRA, LCPC, CETE) d'élaborer un document précisant, par référence aux normes, les exigences particulières de la direction des routes sur le réseau routier national non concédé. C'est l'objet du présent guide d'application relatif à la réalisation des assises non traitées ou traitées aux liants hydrauliques ou pouzzolaniques pour les travaux de construction ou de renforcement des chaussées du réseau routier national. Il remplace les directives, recommandations et notes techniques préexistantes.

Il comporte trois parties :

- ♦ A. "Rappels - définitions"
- ♦ B. "Graves non traitées"
- ♦ C. "Matériaux traités aux liants hydrauliques et pouzzolaniques"

Le présent document ne traite que les cas des sollicitations les plus couramment rencontrées sur le réseau national non concédé et ne donne des spécifications et prescriptions que dans ces cas là.

Pour les situations singulières du réseau routier national non concédé, les études pourront amener à des prescriptions particulières ou faire appel à des variantes, mais celles-ci devront être motivées, demeurer l'exception et faire l'objet d'une information auprès de l'AFNOR, par l'intermédiaire du département "conception, réalisation et entretien des routes" du SETRA.

L'évolution rapide de la normalisation ne rend pas toujours facile l'intégration de tous les changements dans les prescriptions techniques à inclure dans les marchés publics. C'est pourquoi je demande au SETRA d'organiser, dès maintenant, avec le concours du LCPC et des CETE, des actions d'information à l'intention de vos services.

Je vous invite à adresser toutes remarques ou suggestions éventuelles au département "conception, réalisation et entretien des routes" du SETRA.

Autres réseaux

Si d'autres maîtres d'ouvrage envisagent de s'inspirer de ce guide d'application pour leur propre réseau, leur attention doit être attirée sur le fait qu'il a été élaboré en fonction de la stratégie d'investissement et d'entretien retenue par la direction des routes et de la typologie particulière du réseau routier national.

Il leur appartient donc de l'adapter aux particularités de leur propre réseau et aux stratégies d'investissement et d'entretien qu'ils ont définies.

Pour le ministre et par délégation,
le directeur des routes



Christian LEYRIT

Sommaire

PREAMBULE.....	9
----------------	---

PARTIE A

RAPPELS - DEFINITIONS

1 NORMES RELATIVES AUX GRAVES ET SABLES TRAITES AUX LIANTS HYDRAULIQUES ET AUX GRAVES NON TRAITÉES POUR ASSISE DE CHAUSSEE.....	13
2 RAPPEL DES CLASSES DE TRAFIC.....	13
3 CLASSES DE PLATE-FORME.....	13
4 RESUME DESCRIPTIF DES PRODUITS NORMALISES.....	15

PARTIE B

GRAVES NON TRAITÉES

1 CARACTERISTIQUES DES COMPOSANTS.....	21
1.1. Classes granulaires.....	21
1.2. Catégories de granulats.....	21
1.3. Sensibilité au gel des granulats.....	23
2 CARACTERISTIQUES EN LABORATOIRE.....	25
2.1 - COMPOSITION.....	25
2.2 - PERFORMANCES.....	25
a. Consistance de l'étude de laboratoire.....	25
b. Niveaux de performance.....	27
3 APPROVISIONNEMENT ET STOCKAGE DES CONSTITUANTS.....	27
4 FABRICATION ET MISE EN ŒUVRE.....	27
4.1 - FABRICATION.....	27
a. Niveau de la centrale.....	27
b. Calibrage et vérification des réglages.....	29
c. Module d'acquisition de données.....	29
4.2 - MISE EN ŒUVRE.....	29
a. Dispositions générales.....	29
b. Conditions météorologiques défavorables.....	29
c. Epaisseur des couches mises en œuvre.....	29
d. Répandage, guidage, réglage.....	31
e. Compactage.....	31
f. Partie supérieure de la couche.....	31
5 CARACTERISTIQUES SUR CHANTIER - CONTROLES.....	33
5.1 - EPREUVE DE CONVENANCE.....	33
5.2 - CONSTATATION DE LA CONFORMITE D'UN LOT.....	33
5.3 - AUTRES POINTS DU CONTROLE EXTERIEUR.....	33



Suite...

PARTIE C

MATERIAUX TRAITES AUX LIANTS HYDRAULIQUES ET POUZZOLANIQUES

PRELIMINAIRE	37
1 CARACTERISTIQUES DES COMPOSANTS	39
1.1 - GRANULATS	39
a. Graves traitées aux liants hydrauliques et pouzzolaniques	39
• Classes granulaires des granulats pour GTLH	39
• Catégories des granulats pour GTLH	39
b. Sables traités aux liants hydrauliques ou pouzzolaniques	43
1.2 - LIANTS HYDRAULIQUES ET ADJUVANTS	45
a. Ciments	45
b. Liants spéciaux routiers	47
c. Cendres hydrauliques	47
d. Retardateurs	47
e. Laitiers	47
f. Activants de prise autres que la chaux pour laitiers	47
g. Cendres volantes silico-alumineuses	47
h. Pouzzolanes	47
i. Chaux	49
j. Gypse	49
1.3 - EAU	49
2 CARACTERISTIQUES EN LABORATOIRE	49
2.1 - COMPOSITION	49
2.2 - PERFORMANCES	49
a. Consistance de l'étude de laboratoire	49
b. Niveaux de performance et domaine d'application	53
• GTLH, GHHP et BCR	53
• Sables traités aux liants hydrauliques et pouzzolaniques	55
3 APPROVISIONNEMENT ET STOCKAGE DES CONSTITUANTS	55
3.1 - GRANULATS	55
3.2 - LIANTS	55
a. Ciments	57
b. Liants spéciaux routiers	57
c. Laitier prébroyé	57
d. Cendres volantes silico-alumineuses	57
3.3 - AUTRES CONSTITUANTS	57

4	FABRICATION ET MISE EN ŒUVRE	57
4.1	- FABRICATION	59
a.	Niveau de la centrale	59
b.	Débit de la centrale	59
c.	Calibrage et vérification des réglages	59
d.	Module d'acquisition de données	59
e.	Particularités pour certaines techniques	59
	• Graves cendres volantes-chaux	59
	• Graves laitiers	59
	• Bétons compactés	59
4.2	- MISE EN ŒUVRE	61
a.	Dispositions générales	61
b.	Conditions météorologiques défavorables	61
c.	Epaisseur des couches mises en œuvre	61
d.	Répannage, guidage, réglage	63
e.	Compactage	63
f.	Partie supérieure de la couche	63
g.	Maîtrise de la fissuration	65
h.	Particularités relatives à certaines techniques	65
	• Graves ou sables traités aux cendres volantes-chaux	65
	• Cendres volantes-chaux-gypse	67
	• Bétons compactés routiers et graves hydrauliques à hautes performances	67
5	CARACTERISTIQUES SUR CHANTIER - CONTROLES	67
5.1	- EPREUVE DE CONVENANCE	67
5.2	- CONSTATATION DE LA CONFORMITE D'UN LOT	69
5.3	- AUTRES POINTS DU CONTROLE EXTERIEUR	69

PARTIE ANNEXES

ANNEXE 1	: Indices de gel des hivers rigoureux exceptionnels des principales stations météorologiques (en °C jours)	73
ANNEXE 2	: Eléments pour vérifier l'atelier de compactage proposé	75
ANNEXE 3	: Utilisation des compacteurs n'ayant pas de Certificat d'aptitude mais classés d'après la norme NF P 98-736	77
ANNEXE 4	: Coefficient K_v	79
ANNEXE 5	: Liste des normes	81



Page laissée blanche intentionnellement

PREAMBULE

PRESENTATION

Depuis quelques années, un grand nombre de normes a vu le jour dans le domaine des chaussées, portant sur les constituants, les produits, les essais de laboratoire ou de chantier, les matériels et la réalisation. La plupart des normes relatives aux constituants et aux produits sont des normes de définition et de classification : elles ne comportent pas de spécifications d'usage précisant la catégorie, la classe ou le type de constituant ou de produit devant être utilisé en fonction des conditions d'emploi (trafic, position de la couche dans la chaussée...). De même en ce qui concerne les matériels et les règles d'exécution, les normes ne donnent pas toutes les prescriptions d'usage.

Ces spécifications étaient données dans différents documents SETRA-LCPC (Directives, Recommandations, Notes Techniques...) que la publication des normes rend partiellement caducs. Il était nécessaire d'élaborer un document précisant, par référence aux normes, les exigences particulières de la Direction des Routes sur le réseau routier national non concédé. C'est l'objet du présent document, relatif à la réalisation des couches d'assise pour des travaux de construction ou de renforcement des chaussées, en matériaux traités aux liants hydrauliques ou non traités. Il fournit donc les éléments permettant au maître d'œuvre de rédiger son CCTP (en s'appuyant par exemple sur le CCTP type joint à l'annexe 3 du fascicule 25 du CCTG). Outre l'énoncé des exigences, ce guide comporte des informations renvoyées en page opposée et destinées à faciliter l'analyse du contenu technique des offres des entreprises. Enfin, l'intitulé exact des normes fréquemment citées est rappelé en annexe 5 "Liste des normes".

CHAMP D'APPLICATION

Le présent document ne traite pas des graves dont la plus grande dimension des granulats est inférieure à 14 mm et des sols traités aux liants hydrauliques, qui sont tous deux en cours de normalisation.

Il ne se rapporte qu'aux cas de sollicitation les plus couramment rencontrés sur le réseau routier national non concédé. Il est cependant possible de spécifier ou de prescrire, au cas par cas et après examen spécifique, des exigences différentes de celles de ce document, pour des sollicitations particulières sur zones singulières.

Rien ne s'oppose a priori à ce que d'autres Maîtres d'Ouvrage que l'Etat s'inspirent des spécifications de ce Guide pour leur réseau routier.

L'attention des Maîtres d'Ouvrage autres que l'Etat est toutefois attirée sur le fait que ces prescriptions ont été élaborées en fonction de la stratégie d'investissement et d'entretien retenue par la Direction des Routes et de la typologie particulière du réseau routier national. Il leur appartient donc de les adapter à la spécificité de leur propre réseau et aux stratégies d'investissement et d'entretien qu'ils ont définies.

REGLE APPLICABLE AUX GRANULATS

Les spécifications relatives aux granulats fixées dans ce document résultent de la synthèse de constatations globales et conduisent à des résultats satisfaisants. Des assouplissements peuvent cependant être envisagés en vue de l'utilisation de granulats ne répondant pas à une ou plusieurs des spécifications imposées présentement, sous réserve que ces granulats aient fait l'objet de plans d'expérimentation rigoureux susceptibles d'évaluer les risques encourus avec précision.

A cet effet, pour aider les Maîtres d'Œuvre dans leur choix, des guides techniques et attestations d'emploi régionaux élaborés à l'échelon local permettent de bien définir les conditions, modalités, limites et précautions d'utilisation de tels granulats. Ils sont appelés à être validés ultérieurement au niveau national par le CFTR.

Partie

A

Rappels - Définitions



Tableau 2

Classes de portance à long terme de la plate-forme support

(*) : *Pour le classement des portances de plate-forme à partir de la classe de portance de l'arase terrassement et du matériau de couche de forme, on se référera au paragraphe IV.3.4. du Guide technique "Conception et Dimensionnement des Structures de Chaussées" (LCPC-SETRA, décembre 1994).*

1 – NORMES RELATIVES AUX GRAVES ET SABLES TRAITES AUX LIANTS HYDRAULIQUES ET AUX GRAVES NON TRAITÉES POUR ASSISE DE CHAUSSEE

En Juin 1997, les normes relatives aux matériaux pour assise de chaussée, traités aux liants hydrauliques ou non traités, sont :

- une norme d'ensemble commune à toutes les techniques :
 - . **NF P 98-115** Exécution des corps de chaussées - Constituants Composition des mélanges et formulation - Exécution et contrôles (Cette norme traite également des graves-émulsion non couvertes par le présent document)
- des normes relatives à la définition et à la classification des *produits* (graves ou sables, traités aux liants hydrauliques ou non traités) rappelées en Tableau 3 du § 4 ci-après,
- celles relatives à la *méthodologie d'étude* en laboratoire des assises de chaussées constituées avec ces matériaux :
 - . NF P 98-114-1 ... pour les graves traitées aux liants hydrauliques,
 - . NF P 98-114-2 ... pour les sables traités aux liants hydrauliques,
 - . NF P 98-125 ... pour les graves non traitées.

2 – RAPPEL DES CLASSES DE TRAFIC

Les classes de trafic utilisées pour certaines spécifications sont définies dans le tableau 1 en fonction du trafic poids lourds journalier moyen (PL de PTAC \geq 3,5 t conformément à la norme NF P 98-082) **de la voie la plus chargée de la chaussée.**

Tableau 1 - Classes de trafic

Classes de trafic	T5	T4	T3	T1	T2	T0	TS	TEX
Seuils de trafic (PL-MJA/sens)	25	50	150	300	750	2000	5000	

3 – CLASSES DE PLATE-FORME

Quatre classes de portance plate-forme à long terme sont définies selon la valeur mesurée du module à la plaque (*).

Tableau 2 - Classes de portance à long terme de la plate-forme support

Classes de plate-forme	PF1	PF2	PF3	PF4
Module (MPa)	20	50	120	200

4 – RESUME DESCRIPTIF DES PRODUITS NORMALISES

Le tableau 3 (page 17) classe les produits d'assise de chaussée en quatre groupes :

- les graves non traitées dénommées **GNT** dans la suite du document,
- les graves traitées en centrale aux liants hydrauliques et pouzzolaniques dénommées **GTLH** dans la suite du document,
- les bétons compactés routiers et les graves traitées aux liants hydrauliques et pouzzolaniques à hautes performances dénommés respectivement **BCR** et **GHHP** dans la suite du document,
- les sables traités en centrale aux liants hydrauliques et pouzzolaniques dénommés **STLH** dans la suite du document.

Le classement des matériaux traités en place et des sols traités fera l'objet d'une norme ultérieurement.

Le tableau donne pour chaque groupe le ou les produits normalisés avec les numéros de normes correspondantes, et certaines caractéristiques figurant dans celles-ci :

- classification,
- dosage usuel en liant + activant (pour les matériaux traités),
- coefficients de correspondance à prendre en compte pour l'estimation des performances à 1 an (pour les matériaux traités) en fonction des âges auxquels sont effectués les essais.

Tableau 3**Résumé descriptif des produits**

(*) : Afin de réduire la durée des études en laboratoire, les performances mécaniques à 1 an sont estimées à partir des performances mécaniques à 28, 60 ou 90 jours suivant la nature du liant.

Les coefficients R_{t-j} / R_{t-360} et E_j / E_{360} sont des valeurs moyennes et peuvent, pour un même type de liant, être très différentes selon la nature pétrographique des granulats et selon la nature exacte du liant.

(**) : Pour les liant spéciaux routiers ayant fait l'objet d'un avis technique, on retiendra les coefficients proposés dans les avis techniques correspondants.

(***) : Pour éviter les gonflements, le dosage en cendres hydrauliques est limité à 5 %, ce qui en général ne permet pas d'atteindre les performances recherchées. Les cendres hydrauliques sont donc utilisées le plus souvent en mélange avec un autre liant hydraulique.

(****) : Il n'est pas possible de donner de fourchette de dosage usuel compte tenu de la grande diversité des mélanges existants.

Tableau 3 - Résumé descriptif des produits

Produits	Normes	Classes
Graves non traitées	NF P 98-129	A ou B selon élaboration B = B1 ou B2 selon compacité (+ sous-classement informatif C1 à C4 selon performances des GNT de classe B2 uniquement) (B2C1 , B2C2)

Produits	Normes	Classes	Dosage usuel en liant + activant %	Estimation des performances mécaniques à 1 an (*)		
				Age (j)	R _{t,j} /R _{t-360}	E _j /E ₃₆₀
Graves-ciment	NF P 98-116	G1 à G4 selon performances mécaniques (E, R _t)	3 à 4	28	0,60	0,65
Graves-liant spécial routier (**)	NF P 98-122	"	3 à 5	60	0,65	0,70
Graves-cendres volantes hydrauliques	NF P 98-120	"	3 à 5	60	0,60	0,65
Graves-pouzzolanes-chaux	NF P 98-117	"	15 à 25	90	0,50	0,50
Graves-laitier	NF P 98-118	"	8 à 15	90	0,70	0,70
Graves-laitier-cendres volantes-chaux	NF P 98-123	"	9 à 17	90	0,60	0,65
Graves-cendres volantes-chaux	NF P 98-119	"	10 à 15	90	0,65	0,75
Cendres volantes-chaux-gypse	NF P 98-124	CV1 à CV4	-----	90	0,85	0,89
Bétons compactés routiers et GTLH à hautes performances	NF P 98-128	G4 à G5 selon performances mécaniques (E, R _t)	Ciment : 5 à 12	28	0,60	0,65
			Liants spéciaux : 5 à 12	60	0,65	0,70
			Cendres hydrauliques : < 5 (***)	60	0,60	0,65
			Laitiers activés : 10 à 20	90	0,70	0,70
			Cendres volantes-chaux : 13 à 20	90	0,65	0,75
			Mélanges : (****)	90	0,70	0,75
Sables traités aux liants hydrauliques	NF P 98-113	S0 à S5 selon performances (E, R _t) G, M ou F selon granularité PR1 à PR4 selon propreté	Ciment : 3,5 à 8	28	0,60	0,65
			Liants spéciaux : 3,5 à 8	60	0,65	0,70
			Cendres hydrauliques : 4 à 5	60	0,60	0,65
			Laitiers activés : 10 à 20	90	0,70	0,75
			Pouzzolanes -chaux : 10 à 20	90	0,50	0,50
			Cendres volantes-chaux : 10 à 20	90	0,65	0,75
			Mélanges : (****)	90	0,70	0,75

Page laissée blanche intentionnellement

Partie

B



Graves non traitées

1.2. Catégories de granulats

- (*) : *La norme XP P 18-540 (ex P 18-101 et P 18-440) définit des catégories de granulats à partir de différentes caractéristiques.*
La norme NF P 98-129 présente plusieurs combinaisons possibles de ces catégories, qui définissent des caractéristiques de base minimales.

1 – CARACTERISTIQUES DES COMPOSANTS

Les seuls composants d'une grave non traitée sont les granulats.

1.1 - CLASSES GRANULAIRES

Les classes granulaires sont précisées en § 5.1 de la norme NF P 98-129.

Une provenance unique est conseillée pour chaque classe granulaire. Toutefois, des granulats de plusieurs provenances peuvent être acceptés si des études et essais préalables concluants vis-à-vis de toutes les spécifications des normes et du présent document, ont été effectués sur les granulats de chaque provenance. Les granulats d'une même classe granulaire mais de provenances différentes sont alors stockés séparément.

1.2 - CATEGORIES DE GRANULATS (*)

Les granulats doivent présenter les caractéristiques minimales figurant dans le tableau 4, selon la classe de trafic et la position de la couche dans la chaussée.

Pour la définition d'une catégorie de granulats, toutes les caractéristiques doivent être déterminées sur un **même prélèvement** représentatif des granulats destinés au chantier.

Les **caractéristiques intrinsèques** des granulats de provenance unique sont **mesurées** sur la classe granulaire **6/10**.

Dans le cas où les différentes classes granulaires ne proviennent pas du même site, les caractéristiques des granulats sont mesurées de préférence sur la classe granulaire 6/10 et à défaut sur les différentes classes granulaires des différentes provenances.

Tableau 4**Spécifications des caractéristiques des granulats pour GNT**

(*) : Les graves non traitées ne peuvent être employées en fondation pour des trafics T1 que sur une plate-forme de classe de portance \geq PF2 (de toute façon imposée par le Catalogue des Structures Types de Chaussées Neuves (LCPC-SETRA, nouvelle édition à paraître en 1998)).

(**) : Pour les trafics T4 et T5 en fondation, on peut admettre des granulats d'angularité < 30 sous réserve que les graves non traitées restent, aux épaisseurs de mise en œuvre, traficables et compactables.

(***) : Dans le cas où la GNT est caractérisée par l'essai triaxial à chargements répétés (cf. Annexe A informative à la norme NF P 98-129), les granulats pourront être de classe de résistance mécanique E pour un trafic T4 et D pour un trafic T3.

1.3. Sensibilité au gel des granulats

(*) : Essai spécifié dans la norme P 18-554.

(**) : Essai spécifié dans la norme P 18-593.

Tableau 4 - Spécifications des caractéristiques des granulats pour GNT

Usage	Caractéristiques	Classes de Trafic					
		T5	T4	T3	T2	T1	≥ T0
FONDATION (*)	Granularité	0-63 0-20	0-31,5	0-31,5 0-20			0-20
	Résistance mécanique des gravillons	E		D	C		NON ADMIS
	Caractéristiques de fabrication des gravillons	IV		III			
	Caractéristiques de fabrication des sables	c	b				
	Angularité des gravillons et des sables	Ic ≥ 30 (**)		Ic ≥ 30	Ic ≥ 60	Ic = 100	
BASE	Granularité	0-31,5 0-20		0-20 0-14	NON ADMIS		
	Résistance mécanique des gravillons	E	D (***)	C (***)			
	Caractéristiques de fabrication des gravillons	IV		III			
	Caractéristiques de fabrication des sables	b					
	Angularité des gravillons et des sables	Ic ≥ 30		Ic ≥ 60			
Structure inverse	Granularité	PAS ADAPTE		0-14			
	Résistance mécanique des gravillons			C			
	Caractéristiques de fabrication des gravillons			III			
	Caractéristiques de fabrication des sables			b			
	Angularité des gravillons et des sables			Ic = 100			

(D'après la norme XP P 18-540)

1.3. Sensibilité au gel des granulats

L'action répétée du gel sur les granulats saturés d'eau peut provoquer une dégradation de ceux-ci (fragmentation ou microfissuration) particulièrement pour les granulats issus de roches poreuses. Comme prescrit en § 5.7 de la norme XP P 18-540, un granulat est considéré comme non gélif dès que l'une des trois inégalités suivantes est satisfaite :

LA ≤ 25 ou (Absorption d'eau) (*) ≤ 1 % ou (Sensibilité au gel) (**) ≤ 30 %

2.1 - COMPOSITION

- (*) : • Un D de 14 mm peut être retenu en vue d'obtenir :
- un indice de concassage élevé à partir de granulats d'origine alluvionnaire ou bien,
 - une compacité élevée en faible épaisseur (cas des structures inverses).
- $D = 20$ mm est la valeur généralement adoptée pour les couches de base.
- $D = 31,5$ mm est une valeur qui peut être acceptée pour les couches de fondation ou de base de chaussées peu circulées.
- Un D de 63 mm ne peut être envisagé qu'en GNT de type A utilisée en partie supérieure de couche de forme ou d'ouvrages annexes (aires de stationnement, accotements, ...), ou en couche de fondation sous trafic T5 ou T4 (cf. tableau 4 en § 1.2 supra).

a. Consistance de l'étude de laboratoire

- (*) : Pour la norme NF P 98-125, le mélange éprouvé est une grave non traitée ayant fait l'objet d'une formulation antérieure suivant les spécifications de cette même norme. Il est caractérisé par la granularité de référence de la formule de base obtenue à l'aide de constituants définis (**dont les caractéristiques au sens de la norme XP P 18-540**, la granularité et les provenances **sont inchangées**). La provenance seule n'est pas une garantie de la constance des caractéristiques des granulats. Une évolution de ces caractéristiques est toujours possible (par exemple par suite du déplacement de la zone d'extraction).
- (**) : L'essai ne peut être réalisé que sur la fraction 0/20 mm. Pour une GNT 0/31,5, il y a lieu de procéder à un écrêtage, ce qui peut affecter la représentativité de l'essai.

2 – CARACTERISTIQUES EN LABORATOIRE

2.1 - COMPOSITION

La norme NF P 98-129 distingue deux types de GNT :

- les GNT de type "A" obtenues en une seule fraction,
- les GNT de type "B" (ou GRH) qui proviennent du mélange de deux (ou plusieurs) fractions granulométriques différentes. Elles sont malaxées et humidifiées en centrale.

La norme NF P 98-129 définit quatre valeurs de D (14 mm - 20 mm - 31,5 mm - 63 mm) (*).

Suivant le type de GNT, la valeur du D et la catégorie de résistance des granulats, une spécification portant sur le fuseau granulométrique est définie.

2.2 - PERFORMANCES

a. Consistance de l'étude de laboratoire

Il est indispensable de disposer des résultats d'une étude de formulation utilisant les granulats prévus sur le chantier. Si le mélange est éprouvé (*) l'étude est réduite, dans le cas contraire l'étude est complète.

Les études complètes et réduites sont définies par la norme NF P 98-125.

Si on applique, lors du chantier, la méthode de contrôle basée sur les Certificats d'Aptitude Technique des Matériels, il est indispensable de connaître la classe de difficulté de compactage de la grave non traitée.

Cette détermination est réalisée, soit à l'aide de la vibrocompression à paramètres contrôlés (VCPC) (norme NF P 98-231-3), soit à l'aide de la presse à cisaillement giratoire (PCG) (norme NF P 98-231-2).

Elle doit être effectuée à la teneur en eau de la formule de base et deux valeurs l'encadrant, qui définissent sa plage de variation possible sur chantier.

L'étude comporte l'essai de gonflement au gel (**) (norme d'essai NF P 98-234-2), réalisé à une teneur en eau à l'OPM - 2 et une densité égale à 97 % de la densité OPM, lorsque l'indice de gel atmosphérique de l'hiver rigoureux exceptionnel sur le site (voir Annexe 1) est supérieur à 200 °C jours.

A l'issue de cet essai, la GNT est classée dans l'une des 3 catégories :

- matériau non gélif SGn,
- matériau peu gélif SGp,
- matériau très gélif SGt.

b. Niveaux de performance

- (*) : La norme NF P 98-125 propose dans son annexe informative A une caractérisation mécanique des GNT à partir de l'essai triaxial à chargements répétés (cf. Annexe A informative à la norme NF P 98-129). Cette approche marque un progrès par rapport aux classifications précédentes basées uniquement sur les caractéristiques intrinsèques des granulats, mais son emploi est encore insuffisamment répandu et admis pour être généralisée. Pour faire évoluer cette situation, il est souhaité que les services prennent des initiatives d'étude en ce sens en se rapprochant du Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées, tout particulièrement lorsque c'est le maître d'ouvrage qui fournit les granulats.

Tableau 5

- (**) : Si l'on souhaite s'appuyer sur l'essai triaxial à chargements répétés (cf. Annexe A informative à la norme NF P 98-129) (1), il est conseillé pour ces cas de sollicitations d'obtenir des GNT de classe mécanique C1 ou C2.

Le Catalogue des Structures Types de Chaussées Neuves (LCPC-SETRA, nouvelle édition à paraître en 1998) dévolu aux routes nationales, prévoit une différenciation de dimensionnement suivant la classe mécanique de la GNT.

(1) : L'annexe A informative "Classement des GNT de type B suivant leurs performances mécaniques" à la norme NF P 98-129, présente comment les GNT de type B peuvent être caractérisées par une classe C1 à C4 selon leurs caractéristiques mécaniques "conventionnelles" (E_c , Module caractéristique, A_{1c} , Déformation permanente caractéristique) mesurées à l'essai Triaxial à Chargements Répétés (cf. annexe A informative intitulée "Méthode d'étude des GNT de type B au TCR" à la norme NF P 98-125).

- (***) : Dans le cas d'une GNT en structure inverse, la recherche d'un matériau très compact conduit souvent à une grave comportant une proportion de fines assez élevée ce qui accroît la sensibilité au gel de la GNT. Or, du fait de la faible épaisseur de la couche de grave et de la présence de matériaux traités sous-jacents, les gonflements, même avec des matériaux sensibles au gel, pourront rester très faibles.

a. Niveau de la centrale

- (*) : La norme NF P 98-115 indique que le contrôle continu de la teneur en eau et sa régulation seront rendus obligatoires pour les chantiers de type 3 dès que le matériel nécessaire sera mis au point.

b. Niveaux de performance

Pour les GNT de type "B" (ex GRH), le § 6.2 (tableau 9) de la norme distingue du point de vue de la compacité OPM, deux niveaux d'exigence : B1 et B2 (≥ 80 et ≥ 82 % respectivement). Ces GNT font également l'objet d'une classification à titre informatif suivant leurs performances mécaniques conventionnelles de C1 à C4 (*).
Le tableau suivant définit les conditions d'utilisation de chaque type de GNT (A / B1 / B2).

Tableau 5 - Trafic

Emploi	T5	T4	T3	T2	T1	T0	TS-TEX
Couche de fondation	A, B1,B2		B2	B2 (**)		NON ADMIS	
Couche de base	A, B1,B2		B2 (**)				
Structure inverse	PAS ADAPTE		B2	B2 (**)			

Les GNT utilisées dans des structures de chaussées dont le **trafic est supérieur** ou **égal à T3** doivent être non gélives (**SGn**).

Les GNT utilisées pour un **trafic inférieur à T3** doivent être non gélives ou peu gélives (**SGn ou SGp**).

Pour des GNT utilisées en **structure inverse**, l'emploi de GNT peu gélives (**SGp**) ou très gélives (**SGt**) peut être envisagé si l'étude spécifique montre que les risques de gonflement restent acceptables (***).

3 – APPROVISIONNEMENT ET STOCKAGE DES CONSTITUANTS

Les graves non traitées ne comportent qu'un seul constituant : le granulat.

Se reporter au Guide SETRA-LCPC "Stockage des granulats - Aires de stockage" et au CCTP type article 3.3.

4 – FABRICATION ET MISE EN ŒUVRE

La norme NF P 98-115 donne les indications détaillées sur les méthodes et moyens à utiliser pour la fabrication et la mise en œuvre des matériaux d'assise de chaussée en grave non traitée.

4.1 - FABRICATION

a. Niveau de la centrale

En l'état actuel des moyens disponibles, la centrale de fabrication est de niveau 2 dans le cas général, et de niveau 1 ou 2 dans le cas de GNT recomposée et humidifiée par l'installation de criblage-concassage à partir de fractions granulométriques sèches directement (*).

b. Calibrage et vérification des réglages

(*) : Dans le cas d'appareils ayant fait l'objet d'essais en station (1) les procédures sont considérablement allégées.

(1) : En France, seule la station de Blois permet de pratiquer de tels essais.

(**) : Les chantiers se répartissent en 3 catégories définies comme suit (cf. § 1 de la norme NF P 98-115 en page 4) :

TYPES DE CHANTIER	
TYPE 1	chantier $\leq 10\ 000$ t de matériau d'assise pour un trafic $\leq T2$
TYPE 2	chantier $\leq 10\ 000$ t de matériau d'assise pour un trafic $> T2$
TYPE 3	chantier $\geq 10\ 000$ t de matériau d'assise

c. Module d'acquisition des données

(*) : Cf. "(*)" du § 4.1.b ci-dessus

(**) : Le suivi de la fabrication au moyen d'un module d'aide à la conduite et de contrôle est indispensable compte tenu du nombre trop important de prélèvements qui seraient nécessaires au suivi du mélange fabriqué.

a. Dispositions générales

(*) : Cf. "(*)" du § 4.1.b ci-dessus.

b. Calibrage et vérification des réglages

Ils sont à effectuer selon la norme NF P 98-744 (parties 1 à 5 qui différencient les procédures selon que les doseurs aient ou non fait l'objet d'essais préalables en station (*)).

Dans le cas de petits chantiers (type 1 ou 2) (**) et sous réserve d'avoir une connaissance suffisante des types de doseurs équipant la centrale (par examen du livre de bord de la centrale par exemple), on pourra se limiter au contrôle du calibrage pour le débit retenu pour le chantier (Cf. norme NF P 98-744 § 6.4).

c. Module d'acquisition de données

Pour les chantiers de type 3 (*), un module d'acquisition de données, conforme à la norme XP P 98-772, doit être défini dans le PAQ du titulaire du marché. Dans le cas contraire, il sera mis en place dans le cadre du contrôle extérieur (**).

4.2 - MISE EN ŒUVRE

a. Dispositions générales

Pour les chantiers de type 3 (*), la liaison radiotéléphonique entre le site de fabrication et le site de mise en œuvre est exigée lorsque ces deux sites sont éloignés de plus de 5 km.

b. Conditions météorologiques défavorables

Les conditions météorologiques, lors de l'exécution du chantier, ont une influence variable selon le type de chantier à réaliser. De manière générale :

- les précipitations qui entraînent une augmentation de la teneur en eau du matériau d'assise, sont particulièrement nuisibles dans le cas de travaux réalisés sous circulation et avec des matériaux à teneur en fines élevée. Ces précipitations, selon leur importance, nécessiteront une diminution de la teneur en eau à la centrale de malaxage ou l'arrêt du chantier ;
- les températures basses ne permettent pas de réaliser correctement l'enduit superficiel ;
- les températures élevées associées à du vent conduisent à une baisse rapide de la teneur en eau du matériau dans sa partie superficielle. De telles conditions peuvent rendre plus difficile le compactage. On veillera donc particulièrement à conserver une teneur en eau suffisante en surface, par arrosage (voir § 4.2.f.).

c. Epaisseur des couches mises en œuvre

Compte tenu des matériels actuels de mise en œuvre et de compactage, l'épaisseur *moyenne* d'une couche après compactage ne devra pas excéder 32 cm et l'épaisseur maximale sera limitée à 35 cm.

d. Répandage, guidage, réglage

- (*) : Le soin apporté à l'opération de répandage permet de limiter la surépaisseur nécessaire à la réalisation du réglage fin (et, partant, les surconsommations quand le matériau raboté n'est pas réutilisé à l'avancement). Il permet également d'éviter la ségrégation.

e. Compactage

- (*) : Les certificats d'aptitude technique sont maintenant délivrés par le CFTR (Comité Français des Techniques Routières).
- (**) : Si le matériel de compactage (constitué de compacteurs vibrants ou à pneus) envisagé ne bénéficie pas d'un CATM, l'annexe 3 du présent document fournit les éléments d'information (1) nécessaires à la mise en œuvre de ce type de contrôle.
- (1) : Les débits théoriques Q/l spécifiés dans le tableau de l'annexe 3 sont les débits minimaux prévisibles.
- (***) : Ce choix est motivé par le fait que la méthode fondée sur le seul contrôle des résultats de densité est lourde à mettre en œuvre. Elle comporte parfois de graves insuffisances (précision de la masse volumique apparente de référence, précision et nombre de mesures in situ, signification de la masse volumique apparente mesurée vis-à-vis de la qualité de l'assise).
Le contrôle du compactage entrepris par application des CATM présente l'avantage d'être plus facile à mettre en œuvre, plus sûr, pratiquement toujours applicable (cf. "(**)" ci-dessus) et économique pour les moyens et petits chantiers.

f. Partie supérieure de la couche

- (*) : Le brassage à la niveleuse conduit inévitablement à une ségrégation nuisible aux caractéristiques en place de la GNT.

d. Répandage, guidage, réglage

Les méthodes de guidage, répandage et réglage sont précisées dans le PAQ de l'entreprise (*). Les moyens utilisés doivent permettre de respecter les tolérances définies par la norme NF P 98-115 § 8.3.

e. Compactage

La norme NF P 98-115 prévoit que la vérification de la qualité du compactage est entreprise selon l'un des deux contrôles suivants :

- contrôle par la mesure des masses volumiques apparentes,
- contrôle par application des Certificats d'Aptitude Technique des Matériels (CATM) (*).

Il consiste en la définition et le contrôle a priori des moyens de compactage et de leur mode d'utilisation. En l'absence de tels certificats, il faut recourir au tableau de l'annexe 3 du présent document (**).

Cette dernière méthode est à préférer ().**

Dans le cadre de ce contrôle, les objectifs de compacité suivants sont à retenir :

- qualité q1 pour les structures inverses supportant un trafic supérieur ou égal à T1,
- qualité q2 dans tous les autres cas.

La composition de l'atelier de compactage est précisée par le PAQ de l'entreprise.

L'Annexe 2 doit aider à juger la proposition de l'entreprise dans son PAQ.

Les matériels de compactage ne peuvent être utilisés que s'ils sont munis de contrôlographe en état de fonctionnement (Norme NF P 98-771).

f. Partie supérieure de la couche

Humidification pour garantir la teneur en eau de compactage

Si une correction de la teneur en eau est nécessaire (limitée à 1 ou 2 %), celle-ci est réalisée sur la couche répandue avant compactage à l'aide d'une rampe à dosage surfacique contrôlé.

Le brassage en place à la niveleuse est à proscrire (*).

Partie supérieure de la couche

L'utilisation de granulats à faible résistance (classe E) entraîne des dispositions particulières à la mise en œuvre, du fait de la fragmentation et de la production de fines à la partie supérieure de la couche (sur environ 2 à 3 cm).

On procède de la manière suivante :

- le répandage est réalisé avec le moins possible d'allers et venues de l'engin en respectant toutefois les spécifications sur le réglage des couches,
- l'élimination de l'excès de fines à la partie supérieure de la couche compactée se fait généralement par un balayage intense suivi éventuellement d'une fermeture au compacteur à pneumatique. Cette opération peut nécessiter le réglage des couches un à deux centimètres au-dessus de la cote projet.

Un cloutage de la partie supérieure de la couche compactée peut être réalisé pour permettre un meilleur accrochage de la couche de roulement lorsque l'humidité importante de surface ne permet pas un balayage en surface ou lorsque la surface est trop fermée.

5 – CARACTERISTIQUES SUR CHANTIER - CONTROLES

La norme NF P 98-115 précise les caractéristiques pouvant faire l'objet d'un contrôle ainsi que les méthodes pour réaliser ces contrôles.

En matière de contrôle extérieur, l'attention du maître d'œuvre est attirée sur les points suivants :

5.1 - EPREUVE DE CONVENANCE

Les épreuves de convenance, qui sont à réaliser au tout début du chantier, concernent la fabrication des mélanges ainsi que leur mise en œuvre. Leur rôle est de permettre au maître d'œuvre de prononcer la convenance des moyens et méthodes de fabrication et de mise en œuvre proposés par l'entreprise dans le cadre de son PAQ et de lever les points d'arrêt correspondant. Elles comprennent donc l'ensemble des vérifications et essais nécessaires et suffisants pour présumer que le processus d'exécution et le contrôle intérieur associé sont maîtrisés et peuvent conduire à des lots conformes aux exigences du marché.

5.2 - CONSTATATION DE LA CONFORMITE D'UN LOT

La constatation de la conformité d'un lot (prérogative du maître d'œuvre) comprend :

- la vérification de l'application du PAQ sous la forme d'un suivi d'exécution et d'une surveillance du contrôle intérieur,
- l'exécution des essais nécessaires à l'épreuve de conformité. Dans le cas où le marché prévoit un contrôle externe, la constatation de la conformité des lots est effectuée au vu de ses résultats validés par le contrôle extérieur.

5.3 - AUTRES POINTS DU CONTROLE EXTERIEUR

Une attention toute particulière doit être apportée, en application de la norme NF P 98-115, sur les points suivants :

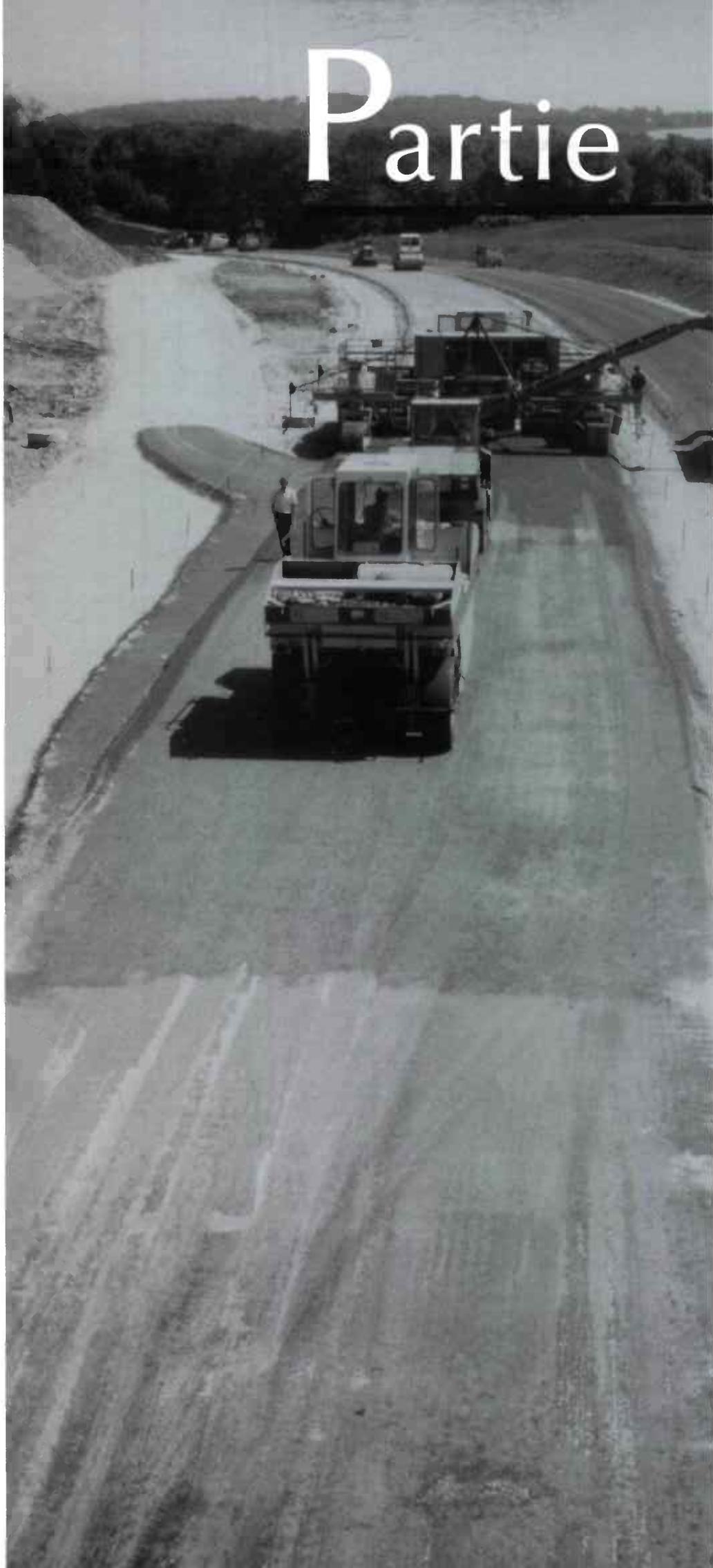
- les débits des doseurs et prédoseurs par pesée matière à raison d'une pesée par semaine pour les granulats,
- le fonctionnement de l'atelier de compactage par exploitation journalière des indications enregistrées sur le contrôlographe et par vérification du plan de balayage (interprétation par référence à l'article 8.3.5.1.2.3 de la norme NF P 98-115), dans le cadre du contrôle par application des CATM,
- le respect des épaisseurs.

Page laissée blanche intentionnellement

Partie

C

**Matériaux traités aux liants
hydrauliques et pouzzolaniques**



Page laissée blanche intentionnellement

PRELIMINAIRE

Les conditions indispensables à la bonne réalisation de matériaux traités aux liants hydrauliques portent entre autres sur les paramètres suivants (cf. § 4.2.f) :

- la formulation,
- le réglage,
- le compactage,
- le traitement de surface.

Les spécifications de *formulation* d'un matériau traité aux liants hydrauliques (densité du mélange, définition du fuseau granulométrique et des dosages en eau, liant, adjuvants et granulats) déterminent les conditions d'obtention des performances mécaniques dudit matériau visées et prises en compte dans le dimensionnement. Elles doivent être scrupuleusement respectées sur chantier (en particulier celle relative à la nature du liant).

Le *régla*ge consiste à niveler la surface du matériau traité aux liants hydrauliques par rabotage des surépaisseurs, en évitant soigneusement que ces matériaux décapés ne soient ensuite rapportés sur le matériau traité aux liants hydrauliques sous forme de couche mince. En effet, cette couche mince n'adhérerait pas au matériau traité aux liants hydrauliques initialement répandu, et constituerait de ce fait une faiblesse structurelle dont souffrirait ultérieurement sous trafic la couche rapportée par-dessus.

Ces matériaux rabotés, éliminés de la couche mise en œuvre, peuvent éventuellement être ensuite réutilisés, si le délai de prise le permet, par mélange avec de nouveaux matériaux qui viennent juste d'être déversés.

Le rabotage doit enfin être exécuté pendant le compactage, et non pas après.

Le *compactage* est destiné à assurer au matériau traité aux liants hydrauliques les performances mécaniques les plus élevées possibles, étant donnée la formulation retenue.

La finalité du *traitement de surface* est de prévenir toute dessiccation de la partie supérieure du matériau traité aux liants hydrauliques, c'est-à-dire toute évaporation prématurée de l'eau qui ne permettrait plus au liant hydraulique de faire prise. Cette absence de liaison des granulats entre eux représenterait un défaut structurel qui affecterait ultérieurement la tenue sous trafic de la couche mise en œuvre au-dessus.

Les défauts de réglage, compactage et traitement de surface, évitables à peu de frais lors de la réalisation du chantier, sont à ce jour les plus couramment rencontrés.

Catégories des granulats pour GTLH

- (*) : La norme XP P 18-540 (ex P 18-101) définit des catégories de granulats à partir de différentes caractéristiques.
- Chaque norme de produit pour assise de chaussée présente plusieurs combinaisons possibles de ces catégories, qui définissent des caractéristiques de base minimales.

1 – CARACTERISTIQUES DES COMPOSANTS

1.1 - GRANULATS

a. Graves traitées aux liants hydrauliques et pouzzolaniques

Les granulats pour graves traitées doivent être approvisionnés en au moins 2 classes granulaires.

Classes granulaires des granulats pour GTLH

Les classes granulaires sont précisées dans les normes relatives à chaque produit.

Pour chaque classe granulaire, il est conseillé de n'avoir qu'une provenance unique. Toutefois, des granulats de plusieurs provenances peuvent être acceptés si des études et essais préalables concluants vis-à-vis de toutes les spécifications des normes et du présent document, ont été effectués sur les granulats de chaque provenance. Les granulats d'une même classe granulaire mais de provenances différentes sont alors stockés séparément.

Catégories des granulats pour GTLH ()*

Les granulats doivent présenter les caractéristiques minimales figurant dans le tableau 6, selon la classe de trafic et la position de la couche dans la chaussée.

Pour la définition d'une catégorie de granulats, toutes les caractéristiques doivent être déterminées sur **un même prélèvement** représentatif des granulats destinés au chantier.

Les **caractéristiques intrinsèques** des granulats de provenance unique sont **mesurées sur** la classe granulaire 6/10.

Dans le cas où les différentes classes granulaires ne proviennent pas du même site, les caractéristiques des granulats sont mesurées de préférence sur la classe granulaire 6/10 et à défaut sur les différentes classes granulaires des différentes provenances.

Tableau 6 - Spécifications des caractéristiques des granulats pour GTLH

Usage	Caractéristiques	Classes de Trafic				
		< T3	T3	T2	T1	≥ T0
FONDATION	Granularité (mm)	0-14 0-20				
	Résistance mécanique des gravillons	E		D		
	Caractéristiques de fabrication des gravillons	III				
	Caractéristiques de fabrication des sables	b				
	Angularité des gravillons et des sables	Ic ≥ 30				
BASE	Granularité (mm)	0-14 0-20				
	Résistance mécanique des gravillons	E	D			
	Caractéristiques de fabrications des gravillons	III				
	Caractéristiques de Fabrication des sables	b				
	Angularité des gravillons et des sables	Renforcement sous circulation Ic ≥ 30 Ic ≥ 60 Ic = 100 Base de chaussée neuve (ou fondation de chaussée en béton) Ic ≥ 30 Ic ≥ 60 Ic = 100				

(D'après la norme XP P 18-540)

Tableau 7

Spécifications des caractéristiques des sables pour STLH

- (*) : *Au-delà de cette limite, qui peut être atteinte pour les sables élaborés à partir de matériaux locaux tendres, de sous-produits ou de matériaux de démolition recyclés, le chantier est à considérer comme innovant. Une étude de formulation complète, une observation du comportement de la structure et son suivi s'imposent.*

b. Sables traités aux liants hydrauliques ou pouzzolaniques

La norme NF P 98-113 définit des classes de sables à partir de leur granularité et de leur propreté.

Selon le rôle qu'il est appelé à jouer dans la structure (fondation / base) et la classe de trafic attendue, le sable traité à aux liants hydrauliques ou pouzzolaniques doit répondre aux spécifications suivantes distinguées en termes de granularité, propreté et friabilité :

Tableau 7 - Spécifications des caractéristiques des sables pour STLH

Usage	Caractéristiques	Classes de Trafic				
		< T3	T3	T2	T1	≥ T0
FONDATION	Granularité	Sables grossiers, moyens, fins				
	Propreté	PR1 ou PR2				
	Friabilité	Fs < 50 (*)				
BASE	Granularité	Sables grossiers, moyens, fins	Sables grossiers, moyens	NON ADMIS		
	Propreté	PR1 ou PR2				
	Friabilité	Fs < 50 (*)				

La friabilité des sables est définie par la norme P 18-576.

1.2 - LIANTS HYDRAULIQUES ET ADJUVANTS

- (*) : *Tous ces liants hydrauliques permettent, en général, d'atteindre les niveaux de performances mécaniques requis par les normes produits citées ci-dessus. Les liants sont donc choisis essentiellement selon des critères économiques ou de disponibilités régionales. Cependant chaque type de liant a des spécificités qui peuvent le faire retenir de préférence dans certains cas de réalisation de chantier.*

1.2 - LIANTS HYDRAULIQUES ET ADJUVANTS (*)

L'entreprise doit indiquer dans son SOPAQ la ou les provenances des liants.
L'approvisionnement simultané par différentes provenances doit être proscrit pour une même classe de liant.

Tableau 8

Type de liant	Travaux sous circulation	Risques d'excès d'eau (précipitations)	Travaux en arrière saison (1)
Ciments Liants spéciaux routiers Cendres hydrauliques	• • •	• •	• • • • si résistance en traction > 0,8 MPa avant le gel
Laitiers + activant	• • •	• • •	•
Cendres-volantes-chaux	• •	•	•
Laitiers-cendres-volantes-chaux	• • •	• •	•
Pouzzolanes-chaux	• • •	• • •	• •

- • • Bien adapté
- • Possible
- Possible avec précautions particulières lors de la réalisation du chantier

(1) : Il est prudent d'éviter les travaux en arrière saison pour les raisons suivantes :

- le durcissement d'une grave traitée est très faible à basse température (pratiquement inexistant en-dessous de 5 °C) ;
- on doit n'effectuer la mise en œuvre que si la grave traitée peut posséder une résistance suffisante avant la première période de gel. Le délai suffisant est variable d'une technique à l'autre : un à deux mois pour les graves-laitier et les graves-cendres volantes-chaux et 15 jours à un mois pour les graves-ciment (on pourra alors utiliser un ciment de classe 42,5 en maintenant le même dosage).

a. Ciments

Les ciments doivent être conformes à la norme NF P 15-301.
Deux classes de ciment sont utilisées : 32,5 et 42,5.
La classe 42,5 est conseillée pour les travaux en arrière saison.

d. Retardateurs(*) : *Tableau 9*

<i>Travaux</i>	<i>Délai de maniabilité minimal obtenu par les méthodes des normes NF P 98-231-5 ou NF P 98-231-6</i>
<i>Réalisation d'une chaussée neuve et renforcement hors circulation :</i>	
<i>- en pleine largeur sans rabotage</i>	<i>6 heures</i>
<i>- par demi-chaussée</i>	<i>10 heures</i>
<i>- en pleine largeur avec rabotage</i>	<i>10 heures</i>
<i>Renforcement sous circulation</i>	<i>12 heures</i>

e. Laitiers

(*) : *Avec la disparition en France des laitiers de fonte THOMAS, le coefficient d'activité a n'est plus en relation directe avec le niveau de performance sur le matériau traité. Il permet par contre d'éliminer les laitiers les moins réactifs lorsqu'il est inférieur à 20.*

b. Liants spéciaux routiers

Les liants spéciaux routiers doivent faire l'objet d'un Avis Technique ou d'un dossier technique correspondant au "Guide du demandeur d'un avis pour un liant ou une technique utilisant un liant hydraulique".

c. Cendres hydrauliques

Les cendres hydrauliques doivent être conformes à la norme NF P 98-112.

d. Retardateurs

L'utilisation d'un retardateur de prise est le plus souvent indispensable avec les ciments afin d'obtenir un délai de maniabilité (*) suffisant pour la mise en œuvre. Elle est quelquefois nécessaire avec les liants spéciaux et les cendres hydrauliques.

On doit utiliser soit des retardateurs conformes à la norme NF P 98-337 et choisis par référence à la norme NF P 98-115, soit des retardateurs de prise spécialement mis au point pour la technique des graves-ciment. Pour ces derniers, une étude doit être fournie, montrant que le produit n'altère pas la résistance à 1 an de la grave traitée avec le ciment retenu.

e. Laitiers

Les laitiers doivent être conformes à la norme NF P 98-106. Les laitiers de crassier sous forme brute ou prébroyée peuvent cependant être utilisés mais nécessitent des études particulières.

Laitier granulé : Le laitier granulé doit être de classe 2 ou supérieure.

Laitier bouleté : Le laitier bouleté ne doit être utilisé que sous forme prébroyé.

Laitier prébroyé : Les 4 classes de coefficient d'activité peuvent être retenues (*).

f. Activants de prise autres que la chaux pour laitiers

Les activants de prise utilisés doivent être conformes à la norme NF P 98-107. Ces activants sont introduits dans la grave laitier dans des proportions comprises entre 0,8 et 1,2 %.

g. Cendres volantes silico-alumineuses

Les cendres volantes silico-alumineuses doivent être conformes à la norme NF P 98-110. Elles doivent être de catégorie 2.

h. Pouzzolanes

Les pouzzolanes doivent être conformes à la norme NF P 98-103. Les 3 classes de pouzzolanes sont utilisables.

i. Chaux

- (*) : L'utilisation de **chaux vive**, compte tenu du risque qu'elle représente pour le personnel du chantier, nécessite des précautions au chargement des silos et un capotage du tapis d'approvisionnement du malaxeur, cela afin d'éviter toute perte de chaux dans l'atmosphère.

L'utilisation de **chaux éteinte** nécessite un capotage du tapis, surtout pour des compositions à base de cendres volantes, et conduit au doublement des silos (masse en vrac 2 fois plus faible que celle de la chaux vive), ce qui peut poser des problèmes d'écoulement dans les trémies.

j. Gypse

- (*) : Quand le $PH < 5$, il faut vérifier la quantité de chaux nécessaire pour neutraliser l'acide renfermé dans le gypse.

2.1 - COMPOSITION

- (*) : **La formule de base** est, selon la norme NF P 98-114-1 (grave traitée) ou NF P 98-114-2 (sable traité), la formule qui est établie avec les proportions moyennes du mélange à réaliser sur le chantier, à la teneur en eau et à la masse volumique apparente moyenne visées sur le chantier.

a. Consistance de l'étude de laboratoire

- (*) : Une **étude de formulation** a pour but de définir le mélange qui conduit à des caractéristiques mécaniques qui, associées au trafic supporté par la chaussée et à la durée de service retenue pour celle-ci, permettent de fixer son dimensionnement (cf. § 6.1.1 de la norme NF P 98-115).
- (**) : Cette prescription permet de parer à une évolution toujours possible de la qualité des granulats (par exemple par suite du déplacement de la zone d'extraction et/ou du changement du circuit d'élaboration des granulats) ou du liant.

i. Chaux

La chaux utilisée, qui peut être éteinte ou vive (*), doit être conforme à la norme NF P 98-101.

j. Gypse

Le gypse utilisé dans les mélanges graves-cendres volantes-chaux-gypse, comme accélérateur de durcissement, doit avoir un titre égal au moins à 90 % de $\text{Ca}(\text{SO}_4)2\text{H}_2\text{O}$ (*).

1.3 - EAU

L'eau utilisée doit répondre à la catégorie 1 de la norme NF P 98-100. La catégorie 2 peut cependant être utilisée après une étude de formulation montrant que les performances mécaniques ne sont pas altérées.

2 – CARACTERISTIQUES EN LABORATOIRE

2.1 - COMPOSITION

Les normes définissent les matériaux traités aux liants hydrauliques par des niveaux de performances à obtenir en laboratoire (exigences fondées sur des performances) sur *la formule de base* (*). Dans le cas des graves traitées aux liants hydrauliques et pouzzolaniques et des bétons compactés s'y ajoute une spécification portant sur le fuseau granulométrique.

Le fuseau de spécification concerne le mélange "granulats + liant" et comporte 2 zones.

Toutes les courbes granulométriques issues des contrôles des granulats et recomposées selon la formule de base **devront se situer dans la zone 1** pour un trafic $\geq T3$ et **dans la zone 2** pour un trafic $< T3$.

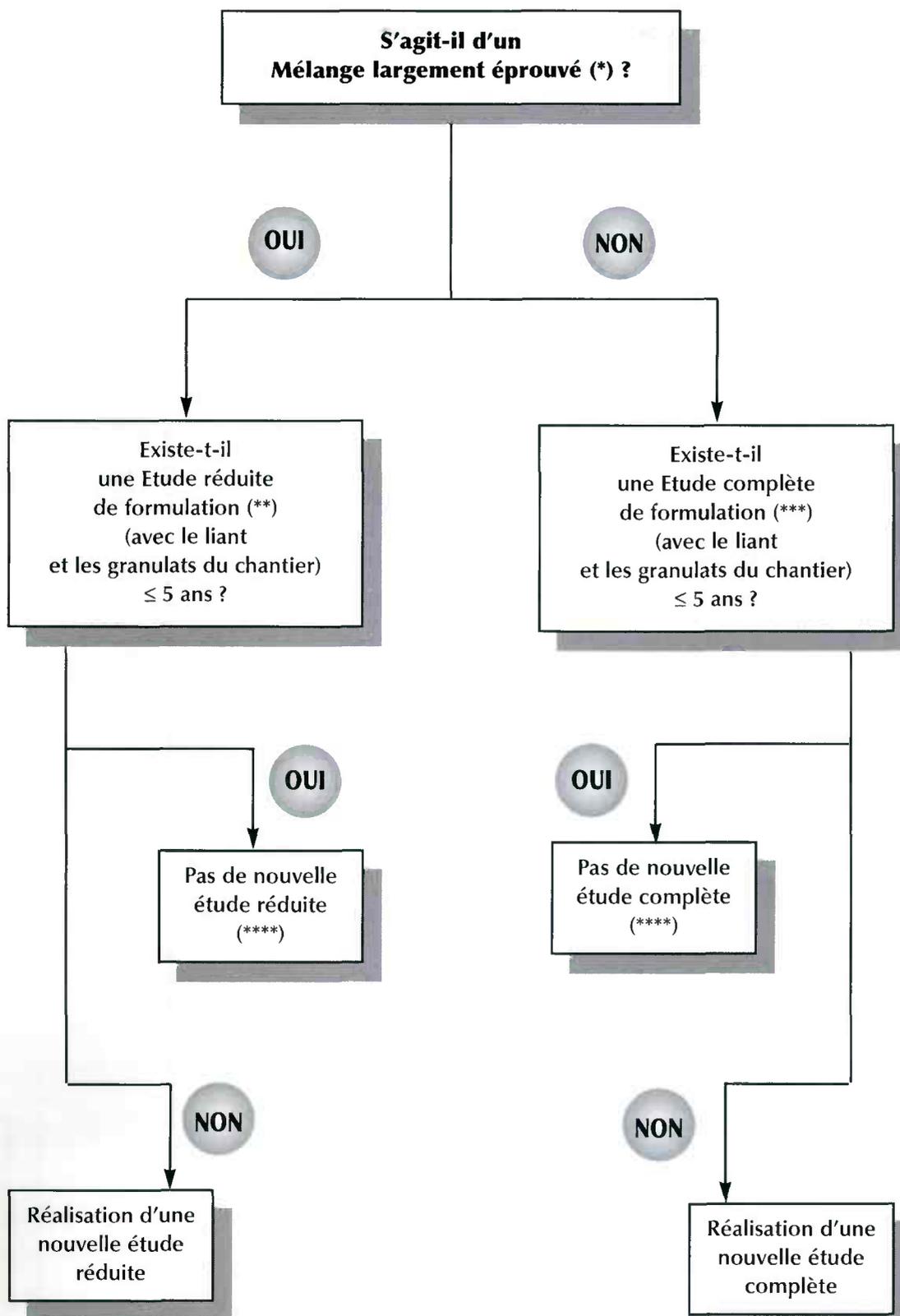
La grave doit être recomposée à partir d'**au moins deux fractions granulométriques** pour assurer la régularité du mélange fabriqué et cibler au mieux la courbe théorique retenue.

2.2 - PERFORMANCES

a. Consistance de l'étude de laboratoire

Il est indispensable de disposer des résultats d'une étude de formulation (*) utilisant les granulats et le liant prévu sur le chantier. Si ces résultats d'essais datent de plus de 5 ans, ils doivent être de nouveau effectués, même en l'absence de toute modification de la formule et/ou de changements apparents des constituants (**). Cette étude peut être réduite ou complète selon les cas précisés par le schéma ci-après :

- (*) : On appelle **mélange largement éprouvé**, un mélange qui correspond à une technique normalisée ou ayant fait l'objet d'un avis technique ou d'une procédure équivalente (cf. § 3 de la norme NF P 98-114)
- (**) : On appelle **étude réduite de formulation**, une étude qui comporte :
- **Graves traitées aux liants hydrauliques :**
(cf. § 5.1 de la norme NF P 98-114-1)
 - identification des différents composants du mélange,
 - détermination des pourcentages des différents composants,
 - détermination de la teneur en eau et de la masse volumique apparente du mélange,
 - détermination des performances mécaniques (R_t , E),
 - détermination pour différentes températures du délai de maniabilité, si nécessaire,
 - classement en catégories selon la difficulté de compactage, si nécessaire.
 - **Sables traités aux liants hydrauliques :**
(cf. § 5.1 de la norme NF P 98-114-2)
 - identification des différents composants du mélange,
 - détermination des pourcentages des différents composants,
 - détermination de la teneur en eau et de la masse volumique apparente du mélange,
 - détermination des indices portants immédiats (IPI) à différentes teneurs en eau,
 - détermination des performances mécaniques (R_t , E),
 - détermination pour différentes températures du délai de maniabilité, si nécessaire,
 - détermination de la difficulté de compactage, si nécessaire.
- (***) : On appelle **étude complète de formulation**, une étude réduite à laquelle est adjointe une analyse de la sensibilité des performances mécaniques aux dispersions des paramètres constitutifs (cf. § 5.2 des normes NF P 98-114-1 et NF P 98-114-2).
- (****) : Au titre du contrôle extérieur, le maître d'œuvre peut faire réaliser une étude de vérification. Cette étude pourra comprendre la détermination de la résistance de la formule de base à 28, 60 ou 90 jours suivant la technique utilisée.



GTLH, GHHP et BCR

(*) : Les classes mécaniques sont définies à partir de la position du point représentatif du couple ($Rt-360$, $E360$) sur le graphique de la figure 5 de la norme correspondant au produit choisi.

Cette classification des GTLH selon leurs performances mécaniques est faite sur la base des valeurs obtenues sur la formule de base.

Tableau 10

(**) : Compte-tenu de la largeur des classes des normes produits, l'application du Catalogue des Structures Types de Chaussées Neuves (LCPC-SETRA, nouvelle édition à paraître en 1998) impose des résistances minimales pour certains produits. Ces résistances indiquées dans le tableau ci-contre sont celles obtenues sur éprouvette fabriquée en laboratoire.

Si on applique, lors du chantier, la méthode de contrôle basée sur les Certificats d'Aptitude Technique des Matériels, il est indispensable de connaître la classe de difficulté de compactage de la grave traitée. Cette détermination est réalisée, soit à l'aide de la vibrocompression à paramètres contrôlés (VCPC) (norme NF P 98-231-3), soit à l'aide de la presse à cisaillement giratoire (PCG) (norme NF P 98-231-2). Elle doit être effectuée à la teneur en eau de la formule de base et à deux valeurs l'encadrant, qui définissent sa plage de variation possible sur chantier. Les études complètes et réduites sont définies par la norme :

- . NF P 98-114-1 ... dans le cas des graves traitées aux liants hydrauliques,
- . NF P 98-114-2 ... dans le cas des sables traités aux liants hydrauliques.

b. Niveaux de performance et domaine d'application

GTLH, GHHP et BCR

Les classes de performances mécaniques (*) adoptées pour chaque technique comme indiqué ci-après dans le tableau 10, sont celles à l'origine des dimensionnements des chaussées du Catalogue des Structures Types de Chaussées Neuves (SETRA-LCPC, édition 1998) :

Tableau 10

Normes	Produits	Classes	R _{t-360} (**)	Restriction d'utilisation
NF P 98-116	Grave ciment	G3		
NF P 98-117	Grave pouzzolane chaux	G2		
NF P 98-118	Grave laitier granulé (tout activant, sauf sulfo-calcique) Grave laitier prébroyé (activant chaux)	G1	≥ 0,6 MPa	Trafic ≤ T0
NF P 98-118	Grave laitier prébroyé (activant calcique autre que chaux) Grave laitier granulé ou prébroyé (activant sulfo-calcique)	G2	≥ 0,9 MPa	
NF P 98-119	Grave cendres volantes chaux	G3	≥ 1,5 MPa	
NF P 98-120	Grave cendres volantes hydrauliques	G3		
NF P 98-122	Grave liant spécial routier	G3		
NF P 98-123	Grave laitier cendres volantes chaux	G3		
NF P 98-124	Cendres volantes chaux gypse	CV2		
NF P 98-128	Grave traitée aux liants hydrauliques à haute performance	G4		
NF P 98-128	Béton compacté routier	G5		Trafic < T2

Sables traités aux liants hydrauliques et pouzzolaniques

- (*) : Le § 3.2 de la "Notice sur les Sables Traités aux Liants Hydrauliques" jointe au Catalogue 1977 des Structures Types de Chaussées Neuves (LCPC-SETRA, septembre 1977) définissait une classification fonctionnelle des sables traités à partir de leur résistance en traction à 90 j (liant à prise rapide) ou 180 j (liant à prise lente). En l'absence de vérification de formulation, on pourra admettre une correspondance entre les sables de catégorie C et D avec respectivement les matériaux S2 et S3 de la norme. Une étude de formulation de sable traité a généralement pour objectif au moins un matériau S2. L'utilisation d'un sable S1 n'est pas recommandée en assise et même pour une couche de forme, la nécessité d'une stabilité immédiate justifie le sable traité S2.
- Les performances d'un sable traité S4 ne seront recherchées que si elles conduisent à une solution plus économique qu'un sable traité S3.

3.2 - LIANTS

- (*) : Les chantiers se répartissent en 3 catégories définies comme suit (cf. § 1 de la norme NF P 98-115 en page 4) :

TYPES DE CHANTIER	
TYPE 1	chantier $\leq 10\ 000$ t de matériau d'assise pour un trafic $\leq T2$
TYPE 2	chantier $\leq 10\ 000$ t de matériau d'assise pour un trafic $> T2$
TYPE 3	chantier $\geq 10\ 000$ t de matériau d'assise

Sables traités aux liants hydrauliques et pouzzolaniques

Les sables traités sont classés de S1 à S5 dans la norme NF P 98-113 en fonction de leurs performances mécaniques (*). Les niveaux de performances mécaniques exigés sont définis dans les tableaux 11 et 12 en fonction du trafic et de l'emploi.

Tableau 11 - Stabilité immédiate

couche de fondation	IPI > 35
couche de base	IPI > 50

Tableau 12 - Performances mécaniques à long terme

Emploi	Trafic						
	T5	T4	T3	T2	T1	T0	TS-TEX
Couche de fondation	S2, S3, S4					S3, S4	
Couche de base	S2, S3 S4	S3, S4			NON ADMIS		

3 – APPROVISIONNEMENT ET STOCKAGE DES CONSTITUANTS

3.1 - GRANULATS

Se reporter au Guide Technique "Stockage des granulats - Aires de stockage" (LCPC-SETRA, mars 1981) et au CCTP type article 3.3.

3.2 - LIANTS

Pour les chantiers de type 3 (*), les liants pulvérulents sont stockés dans au moins deux silos.

Pour les chantiers de type 1 et 2 (*), il peut être admis de n'utiliser qu'un seul silo à condition de respecter le temps de désaéragage et pour le ciment le temps de refroidissement. Une durée minimale de stockage de 10 h doit être prescrite (approvisionnement du silo immédiatement après l'arrêt de la centrale pour une utilisation le lendemain matin).

Il est interdit de soutirer un silo pendant l'opération de remplissage.

c. Laitier prébroyé

- (*) : *L'évolution de la sidérurgie française (fonte hématite) a conduit à des laitiers granulés ayant tendance à motter, voire à prendre en masse plus ou moins rapidement, notamment lorsqu'ils ont été prébroyés.*

d. Cendres volantes silico-alumineuses

- (*) : *La protection contre les arrivées d'eau à la partie inférieure des stocks doit être particulièrement soignée (assainissement de la plate-forme et sous-couche très perméable)*

a. Ciments

Les ciments doivent être livrés :

- soit directement par l'usine de production ou un centre de distribution considéré par l'AFNOR comme terminal de l'usine,
- soit par un centre de distribution admis à la marque NFLH à l'exclusion de tout autre organisme de distribution.

b. Liants spéciaux routiers

Le liant spécial routier doit être livré soit directement par l'usine productrice, soit par un centre de distribution désigné dans l'avis technique ou le dossier technique (voir § 1.2.b).

c. Laitier prébroyé (*)

Le laitier peut être prébroyé au départ de l'usine sidérurgique, dans des centres régionaux de broyage ou sur le site de fabrication de la grave laitier.

La durée entre le prébroyage du laitier et son utilisation en centrale doit, dans tous les cas, ne pas excéder 3 jours afin d'éviter tout risque de mottage ou de prise en masse.

La mise en stock du laitier prébroyé et sa reprise doivent être étudiées pour éviter la ségrégation et les pertes de fines. On veillera en particulier à ce que la jetée du tapis en sortie de la station de broyage soit abritée des vents dominants.

d. Cendres volantes silico-alumineuses

Les cendres volantes silico-alumineuses sont stockées humides comme les granulats. Il y a lieu d'éviter les circulations canalisées sur les cendres lors de la constitution des stocks afin de limiter le phénomène de mottage (*).

3.3 - AUTRES CONSTITUANTS

Les produits en conteneurs fûts ou bidons (adjuvants notamment) sont stockés sur deux aires distinctes selon qu'il s'agit de conteneurs pleins ou de conteneurs vides afin de faciliter le contrôle des quantités consommées.

4 – FABRICATION ET MISE EN ŒUVRE

La norme NF P 98-115 donne les indications détaillées sur les méthodes et moyens à utiliser pour la fabrication et la mise en œuvre des matériaux d'assise de chaussée à l'exception de ceux réalisés en enrobés à chaud ou en béton pervibré.

a. Niveau de la centrale

- (*) : La norme NF P 98-115 indique que le contrôle continu de la teneur en eau et sa régulation seront rendus obligatoires pour les chantiers de type 3 dès que le matériel nécessaire sera mis au point.

b. Débit de la centrale

- (*) : Pour obtenir un débit effectif Q de sable traité, il convient de prévoir un débit nominal de la centrale égal à 1,3 fois Q .

c. Calibrage et vérification des réglages

- (*) : Dans le cas d'appareils ayant fait l'objet d'essais en station (1) les procédures sont considérablement allégées.
(1) : En France, seule la station de Blois permet de pratiquer de tels essais.

d. Module d'acquisition de données

- (*) : Le suivi de la fabrication au moyen d'un module d'acquisition de données est indispensable compte tenu du nombre trop important de prélèvements qui seraient nécessaires au suivi du mélange fabriqué.

Graves cendres volantes-chaux

- (*) : Les difficultés d'écoulement dans les trémies des cendres volantes humides peuvent nécessiter des dispositifs spéciaux de façon à assurer la régularité du dosage :
- chapeau chinois
 - vibreur
 - revêtement spécial sur les parois pour diminuer le frottement

De même, dans le cas où les cendres volantes se présentent en mottes, il faut prévoir une grille en partie haute des trémies. L'utilisation d'un émotteur peut s'avérer indispensable.

Bétons compactés

- (*) : Les teneurs en ciment des bétons compactés sont souvent supérieures à 10 %. Les systèmes de dosage des centrales de grave ciment sont souvent conçus pour des dosages ne dépassant pas 6 %.

4.1 - FABRICATION

a. Niveau de la centrale

En l'état actuel des moyens disponibles, la centrale de fabrication est de niveau 2 (*).

b. Débit de la centrale

Le débit d'une centrale est établi pour des conditions normalisées (voir la norme NF P 98-701 (*)). Dans le cas de l'élaboration d'un matériau ne répondant pas à ces conditions (cendres volantes-chaux-gypse, sables traités, sols fins traités), il y a lieu de prendre en compte la masse volumique réelle pour estimer le débit correspondant.

c. Calibrage et vérification des réglages

Ils sont à effectuer selon la norme NF P 98-744 (parties 1 à 5 qui différencient les procédures selon que les doseurs aient ou non fait l'objet d'essais préalables en station (*)).

Dans le cas de petits chantiers (type 1 ou 2) et sous réserve d'avoir une connaissance suffisante des types de doseurs équipant la centrale (par examen du livre de bord de la centrale par exemple), on pourra se limiter au contrôle du calibrage pour le débit retenu pour le chantier (Cf. norme NF P 98-744 § 6.4).

d. Module d'acquisition de données

Pour les chantiers de type 3, un module d'acquisition de données pour la centrale, conforme à la norme XP P 98-772, doit être défini dans le PAQ du titulaire du marché (*). Dans le cas contraire, il sera mis en place dans le cadre du contrôle extérieur.

e. Particularités pour certaines techniques

Graves cendres volantes-chaux

L'entreprise précisera dans le PAQ les dispositions qu'elle retient pour limiter les difficultés d'écoulement des cendres volantes dans les trémies (*).

Graves laitiers

Le laitier prébroyé peut présenter des difficultés dues au mottage. On peut alors faire appel aux mêmes dispositifs que ceux évoqués au § 4.1.e, 1^{er} alinéa.

Bétons compactés

La technique des bétons compactés utilise des dosages en liant beaucoup plus importants que les dosages habituels des graves traitées (*). La capacité de stockage des pulvérulents et les systèmes de dosage des centrales doivent donc permettre de garantir ces dosages élevés pour les cadences de fabrication prévues.

c. Epaisseur des couches mises en œuvre

- (*) : *Ces épaisseurs minimales permettent d'assurer un compactage efficace de la couche de fondation et d'éviter la dégradation de cette dernière sous l'effet du trafic de chantier (lorsque la réalisation de la couche de base n'est pas faite immédiatement après celle de la couche de fondation).*

4.2 - MISE EN ŒUVRE

a. Dispositions générales

Pour les chantiers de type 3, la liaison radiotéléphonique entre le site de fabrication et le site de mise en œuvre est exigée lorsque ces deux sites sont éloignés de plus de 5 km.

b. Conditions météorologiques défavorables

Les conditions météorologiques, lors de l'exécution du chantier, ont une influence variable selon les techniques et le type de chantier à réaliser.

De manière générale :

- les précipitations qui entraînent une augmentation de la teneur en eau du matériau d'assise, sont particulièrement nuisibles dans le cas de travaux réalisés sous circulation et avec des matériaux à teneur en fines élevée. Ces précipitations, selon leur importance, nécessiteront une diminution de la teneur en eau à la centrale de malaxage ou l'arrêt du chantier ;
- les températures basses ralentissent la prise des liants hydrauliques (particulièrement des liants à vitesse de prise lente) et annulent pratiquement toute prise en dessous de 5 °C. Si des températures basses sont à craindre sans gel, on utilisera donc un liant à prise rapide (par exemple du ciment. Pour le choix de la nature du liant en prévision des travaux en arrière saison, se reporter au tableau 8 du § 1.2). A ces températures, il est également difficile de réaliser correctement l'enduit de cure ou l'enduit superficiel. Pour toutes ces raisons, il sera souvent préférable d'arrêter le chantier ;
- les températures élevées associées à du vent conduisent à une baisse rapide de la teneur en eau du matériau dans sa partie superficielle. De telles conditions peuvent rendre plus difficile le compactage et peuvent nuire à la prise du liant dans la partie supérieure de la couche. On veillera donc particulièrement à conserver une teneur en eau suffisante en surface, par arrosage (voir § 4.2.f) et à maintenir cette teneur en eau par une application, dès la fin du compactage, d'une couche de cure.

c. Epaisseur des couches mises en œuvre

Compte tenu des matériels actuels de mise en œuvre et de compactage, l'épaisseur *moyenne* d'une couche après compactage ne devra pas excéder 32 cm.

La rigidité et la faible déformabilité avant rupture des matériaux traités par un liant hydraulique ou pouzzolanique conduit à **proscrire** toute **couche d'épaisseur inférieure à 15 cm** même sur les trafics les plus faibles.

Dans le cas où l'assise sera réalisée en deux couches, l'épaisseur minimale de la couche de fondation, si elle est traitée par un liant hydraulique ou pouzzolanique sera :

- ≥ 20 cm ... dans le cas d'une plate-forme PF2 (*),
- ≥ 18 cm ... dans le cas d'une plate-forme supérieure ou égale à PF3.

d. Répandage, guidage, réglage

- (*) : *Le soin apporté à l'opération de répandage permet de limiter la surépaisseur nécessaire à la réalisation du réglage fin (et, partant, les surconsommations quand le matériau raboté n'est pas réutilisé à l'avancement). Il permet également d'éviter la ségrégation.*

e. Compactage

- (*) : *Les certificats d'aptitude technique sont maintenant délivrés par le CFTR (Comité Français des Techniques Routières).*
- (**) : *Si le matériel de compactage (constitué de compacteurs vibrants ou à pneus) envisagé ne bénéficie pas d'un CATM, l'annexe 3 du présent document fournit les éléments d'information (1) nécessaires à la mise en œuvre de ce type de contrôle.*
- (1) : *Les débits théoriques Q/l spécifiés dans le tableau de l'annexe 3 sont les débits minimaux prévisibles.*
- (***) : *Ce choix est motivé par le fait que la méthode fondée sur le seul contrôle des résultats de densité est lourde à mettre en œuvre. Elle comporte parfois de graves insuffisances (précision de la masse volumique apparente de référence, précision et nombre de mesures in situ, signification de la masse volumique apparente mesurée vis-à-vis de la qualité de l'assise). Le contrôle du compactage entrepris par application des CATM présente l'avantage d'être plus facile à mettre en œuvre, plus sûr, pratiquement toujours applicable (cf. "(**)" ci-dessus) et économique pour les moyens et petits chantiers.*

f. Partie supérieure de la couche

- (*) : *L'attention est attirée sur ce point qui conditionne la qualité de la liaison entre les diverses couches de la structure et donc la pérennité de la chaussée.*

d. Répandage, guidage, réglage

Les méthodes de guidage, répandage et réglage sont précisées dans le PAQ de l'entreprise (*). Les moyens utilisés doivent permettre de respecter les tolérances définies par la norme NF P 98-115 § 8.3.

e. Compactage

La norme NF P 98-115 prévoit que la vérification de la qualité du compactage est entreprise selon l'un des deux contrôles suivants :

- contrôle par la mesure des masses volumiques apparentes,
- contrôle par application des Certificats d'Aptitude Technique des Matériels (CATM) (*).
Il consiste en la définition et le contrôle a priori des moyens de compactage et de leur mode d'utilisation. En l'absence de tels certificats, il faut recourir au tableau de l'annexe 3 du présent document (**).

Cette dernière méthode est à préférer ().**

Dans le cadre de ce contrôle, les objectifs de compacité suivants sont à retenir :

- qualité q1 pour les couches de base de chaussées supportant un trafic supérieur ou égal à T1,
- qualité q2 dans tous les autres cas.

La composition de l'atelier de compactage est précisée par le PAQ de l'entreprise.

L'Annexe 2 doit aider à juger la proposition de l'entreprise dans son PAQ.

Les matériels de compactage ne peuvent être utilisés que s'ils sont munis de contrôlographe en état de fonctionnement (Norme NF P 98-771).

f. Partie supérieure de la couche (*)

La qualité supérieure d'une couche peut être altérée par les sollicitations de compactage. Deux catégories de défauts sont à distinguer :

- le feuilletage (surfaces de rupture successives concernant les 3 à 10 cm supérieurs de la couche, détectables ou non à partir d'une fissuration de surface),
- l'évolution granulométrique, traduction de trois phénomènes :
 - . la fragmentation (division des grains),
 - . l'attrition (production de fines),
 - . la ségrégation.

(*) : *Par exemple, compacteur à pneu seul pour des graves tendres (DC1 ou DC2).*

(**) : *Par exemple, utilisation d'un compacteur de classe P2*

(***) : *Les travaux de compactage et de réglage se déroulent plus précisément comme suit :*

- *Compactage à raison d'un tiers à deux tiers de l'énergie de compactage totale*
- *Rabotage*
- *Compactage complémentaire destiné à densifier à nouveau la grave hydraulique décohesionnée au cours du rabotage (le compacteur à pneumatiques est en général bien adapté) (Source : § 7.5.3 et 7.5.5.2.8 de la norme NF P 98-115)*

g. Maîtrise de la fissuration

(*) : *La préfissuration permet de contrôler la localisation des fissures de retrait de prise et thermique, de limiter l'ouverture de chaque fissure et, partant, d'assurer un meilleur transfert de charges au droit de ces fissures de retrait. Cette opération permet de retarder la remontée des fissures au travers de la couche de surface et de réduire leur taille en surface de la chaussée.*

Graves ou sables traités aux cendres volantes-chaux

(*) : *Le maintien de l'humidité de surface est assuré par des dosages faibles ($\approx 0.25 \text{ l/m}^2$) aussi fréquents que nécessaires tant que la couche de cure n'est pas réalisée.*

Les deux catégories de défauts peuvent s'ajouter mais, en général, le feuilletage se manifeste surtout dans le cas des sables traités et cendres volantes chaux, tandis que l'évolution granulométrique concerne essentiellement des graves ayant une courbe granulométrique "creuse", et elle est d'autant plus importante que le matériau est tendre.

Pour limiter l'apparition de ces défauts, des dispositions spécifiques doivent être précisées dans le CCTP :

- choix de matériels adaptés, dans le cas des graves tendres (*) ;
- amélioration de la qualité du compactage de la partie supérieure de la couche, dans le cas d'un risque de feuilletage, en demandant un compactage supplémentaire au moyen d'un compacteur à pneu (**). Ce compactage est effectué après passage de l'atelier permettant d'obtenir la qualité prescrite q1 ou q2 ;
- le **réglage fin** (réglage définitif de la couche sans apport de matériaux) exécuté à la niveleuse **après la fin du compactage, est une opération proscrite**. Le réglage fin doit être réalisé *au cours* du compactage, lorsque ce dernier atteint entre 1/3 et 2/3 au maximum de l'énergie totale du compactage prévu (***). Les matériaux rabotés peuvent être récupérés et mis en œuvre normalement si le délai de maniabilité le permet ;
- la qualité supérieure d'une couche peut également être affectée par la dessiccation. Les dispositions spécifiques pour lutter contre ce phénomène doivent être aussi précisées dans le CCTP :
 - maintien de la teneur en eau par une arroseuse d'au moins 10 m³ de contenance permettant un dosage surfacique contrôlé de 0,2 l/m² à 2 l/m², par exemple,
 - réalisation d'un enduit de protection par demi-journée ou en fin de journée.

g. Maîtrise de la fissuration

Pour limiter les travaux de scellement des fissures avant le renouvellement normal de la couche de roulement, l'utilisation de la **pré-fissuration est fortement souhaitable** (*) :

- en couche de base des chaussées entièrement hydrauliques,
- en couche de fondation des chaussées mixtes.

Le pas de pré-fissuration est généralement de 3 mètres. Il est à moduler suivant la nature du matériau (calcaire, siliceux, grave, sable...).

h. Particularités relatives à certaines techniques

Graves ou sables traités aux cendres volantes-chaux

Ces produits sont particulièrement sensibles à une augmentation de la teneur en eau, avant le compactage. L'organisation du chantier doit donc être particulièrement soignée et les conditions d'arrêt en cas d'intempérie clairement énoncées.

La couche de cure pour éviter la déshydratation superficielle, l'excès d'eau (par temps de pluie...) et la carbonatation de la chaux, est obligatoire à la fin de chaque journée (*).

Cendres volantes-chaux-gypse

Le répandage doit être prévu avec une surépaisseur relativement importante de 3 à 4 cm.

Le **compactage** est effectué au moyen de **compacteurs à pneus**. Pour des épaisseurs de couche supérieures à 20 cm, il convient d'utiliser des compacteurs à pneus lourds (5 tonnes par roue) gonflés à au moins 0,7 MPa.

Le **réglage fin** doit être effectué **2 ou 3 passes avant la fin du compactage**. Les matériaux rabotés peuvent être récupérés et mis en œuvre normalement si le délai de maniabilité le permet.

La couche de cure pour éviter la déshydratation superficielle, l'excès d'eau (par temps de pluie...) et la carbonatation de la chaux, est obligatoire à la fin de chaque journée.

Bétons compactés routiers et graves hydrauliques à hautes performances

Compte tenu de leur teneur en fines élevée, ces mélanges sont, comme les graves cendres volantes chaux, sensibles à une augmentation de la teneur en eau avant compactage. Les mêmes précautions doivent donc être prises.

La teneur en liant élevée de ces matériaux, leur confère une bonne cohésion de surface autorisant à les recouvrir par une couche de roulement mince mais qui ne permet pas de rattraper un mauvais uni. Les moyens de mise en œuvre doivent donc permettre d'atteindre, pour le béton compacté, un uni voisin de celui demandé pour la couche de roulement.

En plus de la préfissuration, il y a lieu de prévoir la réalisation d'un joint longitudinal qui peut être réalisé soit par sciage, soit par sillonnage.

5 – CARACTERISTIQUES SUR CHANTIER - CONTROLES

La norme NF P 98-115 précise les caractéristiques pouvant faire l'objet d'un contrôle ainsi que les méthodes pour réaliser ces contrôles.

En matière de contrôle extérieur, l'attention du maître d'œuvre est attirée sur les points suivants :

5.1 - EPREUVE DE CONVENANCE

Les épreuves de convenance, qui sont à réaliser au tout début du chantier, concernent la fabrication des mélanges ainsi que leur mise en œuvre. Leur rôle est de permettre au maître d'œuvre de prononcer la convenance des moyens et méthodes de fabrication et de mise en œuvre proposés par l'entreprise dans le cadre de son PAQ et de lever les points d'arrêt correspondant. Elles comprennent donc l'ensemble des vérifications et essais nécessaires et suffisants pour présumer que le processus d'exécution et le contrôle intérieur associé sont maîtrisés et peuvent conduire à des lots conformes aux exigences du marché.

5.3 - AUTRES POINTS DU CONTROLE EXTERIEUR

- (*) : *Dans le cas des matériaux traités aux liants hydrauliques et pouzzolaniques, la durée de vie de l'assise de chaussée est extrêmement sensible aux variations d'épaisseur.*

5.2 - CONSTATATION DE LA CONFORMITE D'UN LOT

La constatation de la conformité d'un lot (prérogative du maître d'œuvre) comprend :

- la vérification de l'application du PAQ sous la forme d'un suivi d'exécution et d'une surveillance du contrôle intérieur,
- l'exécution des essais nécessaires à l'épreuve de conformité. Dans le cas où le marché prévoit un contrôle externe, la constatation de la conformité des lots est effectuée au vu de ses résultats validés par le contrôle extérieur.

5.3 - AUTRES POINTS DU CONTROLE EXTERIEUR

Une attention toute particulière doit être apportée, en application de la norme NF P 98-115, sur les points suivants :

- débits des doseurs et prédoseurs par pesée matière à raison :
 - . d'une pesée par semaine pour les granulats,
 - . d'une pesée par jour pour les liants,
- le fonctionnement de l'atelier de compactage par exploitation journalière des indications enregistrées sur le contrôlographe et par vérification du plan de balayage (interprétation par référence à l'article 8.3.5.1.2.3 de la norme NF P 98-115), dans le cadre du contrôle par application des CATM,
- **le respect des épaisseurs (*)**.

Page laissée blanche intentionnellement

Partie



Annexes

Page laissée blanche intentionnellement

ANNEXE 1

INDICES DE GEL DES HIVERS RIGOUREUX EXCEPTIONNELS (HRE) DES PRINCIPALES STATIONS METEOROLOGIQUES (en °C jours)

Station (département)		HRE
Ambérieu (01)		270
Saint-Quentin (02)		225
Vichy (03)		250
Saint-Auban (04)		80
Embrun (05)		165
Nice (06)		0
Saint-Girons (09)		120
Romilly-sur-sein (10)		210
Carcassonne (11)		85
Millau (12)		140
Marignane (13)		70
Caen (14)		115
Cognac (16)		85
La Rochelle (17)		75
Bourges (18)		155
Ajaccio (20)		0
Dijon (21)		200
Rostrenen (22)		85
Besançon (25)		220
Lus-la-Croix-Haute (26)		420
Montélimar (26)		105
Evreux (27)		195
Chartres (28)		190
Brest (29)		20
Nîmes (30)		60
Toulouse (31)		115
Bordeaux (33)		65
Montpellier (34)		55
Dinard (35)		65
Rennes (35)		80
Chateauroux (36)		155
Tours (37)		120
Grenoble (38)		170
Mont-de-Marsan (40)		80
Romorantin (41)		135
Saint-Etienne (42)		220
Le Puy (43)		240
Nantes (44)		75
Orléans (45)		170
Gourdon (46)		120
Agen (47)		110
Angers (49)		100

Station (département)		HRE
Cap de La Hague (50)		10
Reims (51)		235
Langres (52)		325
Saint-Dizier (52)		235
Nancy (54)		320
Bar-le-Duc (55)		340
Lorient (56)		40
Metz (57)		290
Chateau-Chinon (58)		225
Nevers (58)		190
Dunkerque (59)		165
Lille (59)		250
Beauvais (60)		215
Alençon (61)		165
Boulogne-sur-mer (62)		165
Clermont-Ferrand (63)		225
Biarritz (64)		20
Pau (64)		80
Tarbes (65)		95
Perpignan (66)		25
Strasbourg (67)		405
Mulhouse-Bâle (68)		415
Lyon (69)		220
Tarare (69)		275
Luxeuil (70)		335
Mâcon (71)		200
Mont-Saint-Vincent (71)		270
Le Mans (72)		120
Bourg-Saint-Maurice (73)		220
Challes-les-Eaux (73)		225
Cap de La Hève (76)		95
Rouen (76)		130
Melun (77)		185
Abbeville (80)		165
Saint-Raphaël (83)		25
Toulon (83)		15
Orange (84)		80
Poitiers (86)		130
Limoges (87)		160
Auxerre (89)		200
Belfort (90)		365
Paris-Le Bourget (93)		160

Page laissée blanche intentionnellement

ANNEXE 2

Éléments pour vérifier l'atelier de compactage proposé par l'entreprise

Trois types d'ateliers de compactage sont susceptibles d'être utilisés pour obtenir une qualité définie :

- A** l'atelier composé uniquement de compacteurs vibrants ; l'atelier composite, compacteur vibrant en tête, est assimilé à cette catégorie, les compacteurs à pneumatiques n'assurent alors qu'un compactage superficiel et sont sans effet sur la densité fond de couche (voir § 2.6.) ;
- B** l'atelier composé uniquement de compacteurs à pneumatiques; les compacteurs à pneumatiques permettent en général d'obtenir la qualité q2 avec des matériaux D1 ou D2 et souvent avec D3 ;
- C** l'atelier composite, pneumatique en tête. Pour certains matériaux réputés difficiles à compacter, certains D3, principalement en qualité q1, l'obtention d'une bonne densité fond de couche peut être obtenue en commençant le compactage à l'aide des compacteurs à pneumatiques. Sur matériau foisonné, leur efficacité en profondeur est assurée. Le compactage est ensuite poursuivi à l'aide des compacteurs vibrants.

Le débit pratique de l'atelier (voir ci-après) est pris égal à la somme des débits pratiques de tous les engins composant l'atelier pour les ateliers de type a) et b).

Pour le troisième type d'atelier c), les compacteurs pneumatiques sont utilisés pour atteindre la qualité q2, puis les compacteurs vibrants pour faire évoluer le matériau de la qualité q2 à la qualité q1. Le débit pratique de l'atelier composite est alors le plus faible des 2 débits suivants :

- le débit pratique des compacteurs à pneumatiques permettant d'atteindre la qualité q2,
- le débit pratique des compacteurs vibrants permettant de passer de la qualité q2 à la qualité

$$q1 : Q(q2 \rightarrow q1) = \frac{Q(q2) \times Q(q1)}{Q(q2) \times Q(q1)}$$

Le cas optimal est celui où ces deux débits sont égaux.

Pour chacun des cas de compactage (fonction de la catégorie de difficulté de compactage du matériau, de l'épaisseur de la couche à compacter, du niveau de qualité de compactage requis et de la portance du sol support) l'atelier de compactage est défini de façon à ce que :

$$\text{Débit pratique de l'atelier} \geq \text{Débit de mise en œuvre.}$$

Cette inégalité permet de déterminer le nombre de compacteurs. Si le nombre d'engins est trop important eu égard à l'encombrement du chantier, la solution consiste à choisir d'autres compacteurs plus efficaces.

Calcul du débit pratique d'un compacteur

Le débit pratique d'un engin de compactage est défini par la relation :

$$Q = Q_{th} \times K_1 \times K_2 \times K_3$$

Q_{th} est le débit théorique de l'engin donné par les certificats d'aptitude technique des matériels en fonction :

- de la catégorie de difficulté de compactage du matériau,
- de l'épaisseur de la couche à compacter,
- du niveau de qualité de compactage requis,
- de la portance du sol support.

K_1 est le taux d'activité considéré tenant compte des inversions de marche, arrêt, etc.

- Dans la pratique, on retiendra les valeurs suivantes :

$K_1 = 0,75$ pour les travaux neufs,

$K_1 = 0,60$ pour les renforcements,

$K_1 = 0,55$ pour les petits chantiers.

K_2 prend en compte le recouvrement dans le profil en travers et est égal à : $\frac{L_c}{a \times l}$

avec :

L_c la largeur totale à compacter avec l'engin considéré,

l la largeur de compactage de l'engin,

a le rapport $\frac{L_c}{l}$ arrondi à l'entier supérieur.

K_3 traduit l'influence de la vitesse de translation lorsqu'elle est inférieure à la vitesse optimale recommandée par le certificat d'aptitude technique. Les valeurs de K_3 sont données en Annexe 4. Le nombre de passes (un aller ou un retour du compacteur) est alors donné par :

$$n = \frac{l \times v \times h \times \gamma_d \times 10}{Q_{th}}$$

l	la largeur de compactage de l'engin	(m)
v	la vitesse de translation optimale de l'engin	(km/h)
h	l'épaisseur de matériau une fois compacté	(cm)
γ_d	la masse volumique du matériau une fois mis en œuvre	(t/m ³)
Q_{th}	le débit théorique de l'engin	(t/h)

ANNEXE 3

Utilisation des compacteurs vibrants n'ayant pas de Certificat d'aptitude
mais classés d'après la norme NF P 98-736

Matériaux	Qualité	Epaisseur (cm)	Paramètres d'utilisation	Q/l pour les Compacteurs vibrants Monocylindriques VMi ou Tandems VTi en t/h.m			
				VM1 ou VT1	VM2 ou VT2	VM3 ou VT3	VM4 ou VT4
DC3	q1	30	Vitesse	1,5	2	3,5	5
			Q/l	8	22	56	102
		20	Vitesse	1,5	2,5	4	6
			Q/l	12	25	50	78
	q2	30	Vitesse	1,5	2,5	4,5	6,5
			Q/l	24	63	150	267
		20	Vitesse	1,5	2,5	4,5	7,5
			Q/l	36	70	130	195
DC2	q1	30	Vitesse	2	3	5	6
			Q/l	22	46	93	151
		20	Vitesse	2	4	5	6,5
			Q/l	28	50	86	124
	q2	30	Vitesse	2	3,5	5,5	7
			Q/l	109	188	318	460
		20	Vitesse	2,5	4,5	6	7,5
			Q/l	120	190	293	393
DC1	q1	30	Vitesse	2,5	4	6	7
			Q/l	35	69	131	200
		20	Vitesse	2,5	5,5	7	7
			Q/l	43	74	122	170
	q2	30	Vitesse	3	5	7	8
			Q/l	193	312	485	652
		20	Vitesse	4	7	8	8
			Q/l	203	309	546	591

Pour les compacteurs vibrants monocylindres (VMi) : $Q_{prat} = K_1 \times K_2 \times K_v \times \frac{Q}{l} \times l$

Pour les compacteurs vibrants tandems (VTi) : $Q_{prat} = 2 \times K_1 \times K_2 \times K_v \times \frac{Q}{l} \times l$

l : largeur du compacteur,

Q/l : Débit théorique (à retenir en l'absence de CATM).

Page laissée blanche intentionnellement

ANNEXE 4

Coefficient K_v

K_v est utilisé lorsque le compacteur est utilisé à une vitesse inférieure à la vitesse optimale :

		VITESSE OPTIMALE FICHE TECHNIQUE (km/h) ou CATM								
		4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
VITESSE CHANTIER (km/h)	4	1	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,75	0,75	0,70
	4,5		1	0,95	0,90	0,85	0,80	0,80	0,80	0,75
	5			1	0,95	0,90	0,85	0,85	0,80	0,80
	5,5				1	0,95	0,90	0,90	0,85	0,85
	6					1	0,95	0,90	0,90	0,85
	6,5						1	0,95	0,90	0,90
	7							1	0,95	0,95
	7,5								1	1
	8									1

Page laissée blanche intentionnellement

ANNEXE 5

Liste des normes

NF P 15-301		(06/1994)
<hr/>		
Liants hydrauliques. Ciments courants. Composition, spécifications et critères de conformité.		
XP P 18-540	(ex P 18-101 et P 18-440)	(10/1997)
<hr/>		
Granulats. Définitions, conformité, spécifications.		
NF P 18-554		(12/1990)
<hr/>		
Granulats. Mesures des masses volumiques, de la porosité, du coefficient d'absorption et de la teneur en eau des gravillons et cailloux.		
NF P 18-576		(12/1990)
<hr/>		
Granulats. Mesure du coefficient de friabilité des sables.		
NF P 18-593		(12/1990)
<hr/>		
Granulats. Sensibilité au gel.		
NF P 98-082		(01/1994)
<hr/>		
Chaussées - Terrassements. Dimensionnement des chaussées routières. Détermination des trafics routiers pour le dimensionnement des structures de chaussées.		
NF P 98-100		(11/1991)
<hr/>		
Assises de chaussées. Eaux pour assises. Classification.		
NF P 98-101		(07/1991)
<hr/>		
Assises de chaussées. Chaux aérienne calcique pour sols et routes. Spécifications.		
NF P 98-103		(07/1991)
<hr/>		
Assises de chaussées. Pouzzolanes. Spécifications.		
NF P 98-106		(07/1991)
<hr/>		
Assises de chaussées. Laitiers de haut fourneau vitrifiés (granulés ou bouletés). Définitions, caractéristiques et spécifications.		
NF P 98-107		(07/1991)
<hr/>		
Assises de chaussées. Activation du laitier vitrifié. Définitions, caractéristiques et spécifications.		
NF P 98-112		(03/1992)
<hr/>		
Assises de chaussée. Cendres volantes hydrauliques. Définitions, spécifications.		

NF P 98-113	(11/1994)
Assises de chaussées. Sables traités aux liants hydrauliques et pouzzolaniques. Définition composition - Classification.	
NF P 98-114-1	(12/1992)
Assises de chaussées. Méthodologie d'étude en laboratoire des matériaux traités aux liants hydrauliques. Partie 1 : graves traitées aux liants hydrauliques.	
NF P 98-114-2	(11/1994)
Assises de chaussées. Méthodologie d'étude en laboratoire des matériaux traités aux liants hydrauliques. Partie 2 : sables traités aux liants hydrauliques.	
NF P 98-115	(01/1992)
Assises de chaussées. Exécution des corps de chaussées. Constituants - Composition des mélanges et formulation - Exécution et contrôle.	
NF P 98-116	(07/1991)
Assises de chaussées. Graves-ciment. Définition - Composition - Classification.	
NF P 98-117	(07/1991)
Assises de chaussées. Graves-pouzzolanes-chaux. Définition - Composition - Classification.	
NF P 98-118	(07/1991)
Assises de chaussées. Graves-laitier. Définition - Composition - Classification.	
NF P 98-119	(07/1991)
Assises de chaussées. Graves-cendres volantes-chaux. Définition - Composition - Classification.	
NF P 98-120	(03/1992)
Assises de chaussées. Graves-cendres volantes hydrauliques. Définition, composition, classification.	
NF P 98-122	(11/1991)
Assises de chaussées. Graves-liant spécial routier. Définition - Composition - Classification.	
NF P 98-123	(11/1992)
Assises de chaussées. Graves-laitier-cendres volantes-chaux. Définition - Composition - Classification.	

NF P 98-124 (03/1992)

Assises de chaussées. Cendres volantes-chaux-gypse.
Définition, composition, classification.

NF P 98-125 (11/1994)

Assises de chaussées. Graves non traitées. Méthodologie
d'étude en laboratoire.

NF P 98-128 (11/1991)

Assises de chaussées. Bétons compactés routiers et
graves traitées aux liants hydrauliques et pouzzola-
niques à hautes performances. Définition - Composition
- Classification.

NF P 98-129 (11/1994)

Assises de chaussées. Graves non traitées. Définition -
Composition - Classification.

NF P 98-231-2 (02/1992)

Essais relatifs aux chaussées. Comportement au
compactage des matériaux autres que traités aux liants
hydrocarbonés. Partie 2 : essai de compactage à la
presse à cisaillement giratoire (PCG).

NF P 98-231-3 (12/1992)

Essais relatifs aux chaussées. Détermination du compor-
tement au compactage des matériaux d'assises autres
que traités aux liants hydrocarbonés. Partie 3 : détermi-
nation de la masse volumique maximale de référence et
de la difficulté de compactage par essai de vibrocom-
pression à paramètres contrôlés (VCPC).

NF P 98-231-5 (04/1997)

Essais relatifs aux chaussées. Comportement au
compactage des matériaux d'assises autres que traités
aux liants hydrocarbonés. Partie 5 : détermination
par auscultation dynamique du délai de maniabilité des
graves traitées aux liants hydrauliques.

NF P 98-231-6 (04/1997)

Essais relatifs aux chaussées. Comportement au
compactage des matériaux d'assises autres que traités
aux liants hydrocarbonés. Partie 6 : détermination
par compactage différé du délai de maniabilité des
graves et sables traités aux liants hydrauliques.

NF P 98-234-2 (04/1992)

Essais relatifs aux chaussées. Comportement au gel -
Partie 2 : essai de gonflement au gel des sols et maté-
riaux granulaires traités ou non de D inférieur ou égal
20 mm.

NF P 98-701	(05/1993)
Matériels pour la construction et l'entretien des routes. Centrales de traitement de matériaux. Terminologie et performances.	
NF P 98-736	(09/1992)
Matériel de construction et d'entretien des routes. Compacteurs. Classification.	
NF P 98-744-1	(11/1993)
Matériels de construction et d'entretien des routes. Calibrage et vérification des réglages sur chantier des doseurs continus des centrales de production de matériaux. Partie 1 : débitmètre de bande pour courroie transporteuse.	
NF P 98-744-2	(10/1996)
Matériels de construction et d'entretien des routes. Calibrage et vérification des réglages sur chantier, des doseurs continus des centrales de production de matériaux. Partie 2 : doseur pondéral à granulats.	
NF P 98-744-3	(10/1996)
Matériels de construction et d'entretien des routes. Calibrage et vérification des réglages sur chantier, des doseurs continus des centrales de production de matériaux. Partie 3 : doseur volumétrique à granulats.	
NF P 98-744-4	(10/1996)
Matériels de construction et d'entretien des routes. Calibrage et vérification des réglages sur chantier, des doseurs continus des centrales de production de matériaux. Partie 4 : doseur pondéral à pulvérulent - Essai par prélèvement sur courroie.	
NF P 98-744-5	(10/1996)
Matériels de construction et d'entretien des routes. Calibrage et vérification des réglages sur chantier, des doseurs continus des centrales de production de matériaux. Partie 5 : doseur pondéral à pulvérulent - Essai par pesée matière.	
NF P 98-771	(12/1994)
Matériels de construction et d'entretien des routes. Matériels d'aide à la conduite et de contrôle embarqués sur les compacteurs. Terminologie - Classification.	
XP P 98-772	(03/1996)
Matériels de construction et d'entretien des routes. Module d'acquisition de données pour les centrales de fabrication des mélanges granulaires - Description et spécifications fonctionnelles. Module pour la fabrication en continu.	

Page laissée blanche intentionnellement



ASSISES DE CHAUSSEES

GUIDE D'APPLICATION DES NORMES POUR LE RESEAU ROUTIER NATIONAL

Ce guide technique précise, par référence aux normes, les exigences particulières de la Direction des Routes sur le réseau routier national non concédé en matière de réalisation des assises non traitées ou traitées aux liants hydrauliques ou pouzzolaniques pour les travaux de construction ou de renforcement des chaussées. Il remplace les directives, recommandations et notes techniques préexistantes.

Il s'adresse au maître d'œuvre désireux de rédiger son CCTP pour le compte du maître d'ouvrage Etat. Toutefois, rien ne s'oppose *a priori* à ce que des maîtres d'ouvrage autres que l'Etat s'inspirent des spécifications de ce guide pour leur réseau routier, sous réserve de les adapter à leur propre stratégie d'investissement et d'entretien et aux spécificités de leur réseau routier.

This technical guide gives, with reference to the standards, the specific requirements of the Directorate of Roads on the national freeway network, for making non-treated road bases or those stabilized with a hydraulic or pozzolanic binder for construction works or for pavement strengthening. It replaces preexisting directives, recommendations and technical briefing notes.

It is intended for project engineers wishing to draw up end performance specifications on behalf of the State project owner. However there is in principle nothing against project owners other than the State drawing on the specifications of this guide for their road networks, providing that they adapt these specifications to their own investment and maintenance strategies and to the specificities of their road networks.

Document disponible sous la référence D 9839
au prix de 150 FF

au bureau de vente du SETRA
46, avenue Aristide Briand
BP 100
F-92225 BAGNEUX CEDEX
téléphone 01 46 11 31 53
télécopie 01 46 11 33 55
internet <http://www.setra.equipement.gouv.fr>

à l'IST-Diffusion - LCPC
58, boulevard Lefebvre
F-75732 PARIS CEDEX 15
téléphone 01 40 40 52 26
télécopie 01 40 43 54 95
internet <http://www.lcpc.fr>

ISBN 2-11-085849-4
ISSN 1151-1516